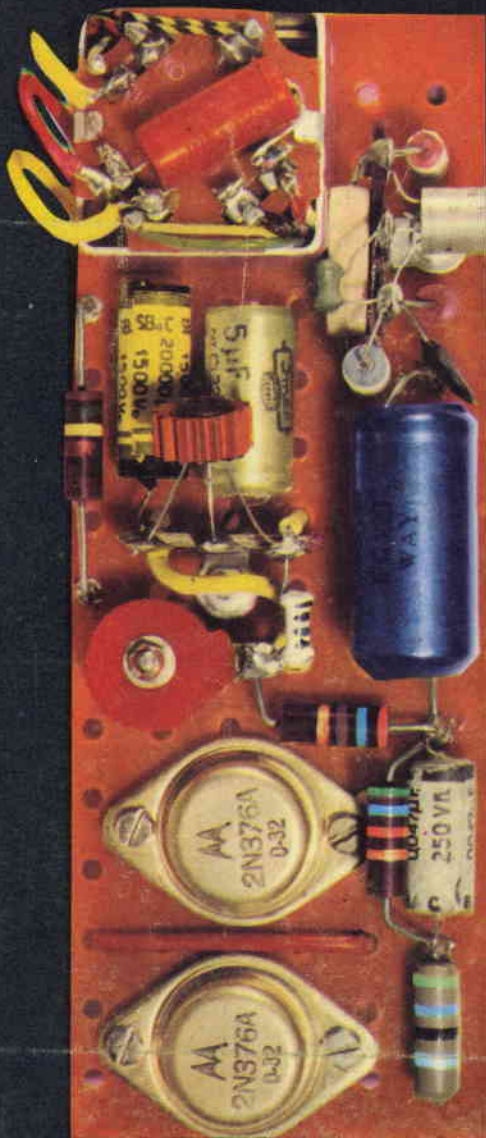


radiocircuiti a transistor

RICEVITORI - AMPLIFICATORI - TRASMETTITORI SPERIMENTALI

• • • TUTTI CON LA SCATOLA DI MONTAGGIO • • •



• RICEVITORI A UN TRANSISTOR
A DUE E A TRE TRANSISTOR
A REAZIONE
REFLEX
SUPERETERODINA
PORTATILI E MINIATURA
A CUFFIA E ALTOPARLANTE

AMPLIFICATORI
A DUE TRANSISTORI
A TRE, QUATTRO, CINQUE TRANSISTORI
COMPLEMENTARI
SINGLE ENDED
AD ALTA QUALITA'
MINIATURA E SUBMINIATURA

TRASMETTITORI
PER ONDE CORTE
ED ULTRACORTE
DI PICCOLA E
MEDIA POTENZA
OSCILLATORI A CRISTALLO
MODULATORI

CIRCUITI DI MISURA
AMPLIFICATORI DI CORRENTE
CONTINUA
MOLTIPLICATORI DI SENSIBILITA'
STADI TANDEM
ANCHE COMPLEMENTARI
TESTER ELETTRONICI A TRANSISTOR

UN DIPLOMA IN TASCA... ...APRE TUTTE LE STRADE

Qualunque sia la professione che intendete seguire, qualsiasi sia il POSTO IMPORTANTE che volete occupare, vi serve il DIPLOMA. Oggi, non sono più necessari anni di fatica e di spese per diplomarsi... bastano 170 lire e mezz'ora al giorno di studio. Ritagliate e spedite la cartolina sotto riportata. Riceverete SUBITO l'intero corso scelto, con libri, dispense, materiali, che pagherete poi in piccole rate mensili (senza cambiali!). E molto presto sarete... UN DIPLOMATO!



GRATIS

**LA 1ª LEZIONE
A CHI SI ISCRIVE
CON QUESTO
MODULO**

Riceverete catalogo gratuito, inviando questo tagliando alla:

SCUOLA SEPI
Via Gentiloni 73/3
ROMA

RIEMPIENDO E INVIANDO IL MODULO SOTTOSTANTE, RICEVERETE SUBITO A CASA VOSTRA TUTTO IL CORSO SCELTO, CHE PAGHERETE POI IN PICCOLE RATE MENSILI

NOME COGNOME CITTÀ
VIA
(PROVINCIA) NATO A
IL DOCUMENTO D'IDENTITÀ' (Tessera Postale - Carta di
Identità - Patente ecc.)
N. rilasciata da il

Cosa vi piacerebbe di essere? Come vorreste presentarvi? Scegliete fra queste possibilità:
Geometra (in 30 rate); Ist. Magistrale (in 24 rate); Scuola Media (in 18 rate); Scuola Elementare (in 9 rate); Licenza Ginnasiale (in 12 rate); Liceo Classico (in 18 rate); Liceo Scientifico (in 30 rate); Perito Industriale (in 30 rate); Perito in infortunistica stradale (in 12 rate); Perito Tecnologico (in 12 rate); Segretario d'Azienda (in 18 rate); Esperto contabile (in 12 rate); Dirigente Commerciale (in 18 rate); Corsi di lingue in dischi: Inglese, Francese, Tedesco, Russo, Spagnolo (in 18 rate cadauno);

MODULO DI ISCRIZIONE

Spett. SEPI s.r.l. Via Gentiloni 73/3 Roma - Desidero ricevere il Vostro corso per corrispondenza intitolato Corso di

Mi impegno a versare una rata di L. 4870 al 30 di ogni mese (la prima rata è gratuita) fino al completo pagamento del corso ed a segnalarVi ogni variazione del mio indirizzo. La presente ordinazione è impegnativa ed irrevocabile. La morosità di una rata comporta la decadenza del beneficio del termine e l'immediata scadenza del saldo del credito. Le spedizioni avverranno a Vostra scelta contrassegno oppure senza assegno.

Se l'allievo è minorenne occorre altresì la firma del padre o di chi ne fa le veci:

Grado di parentela: data

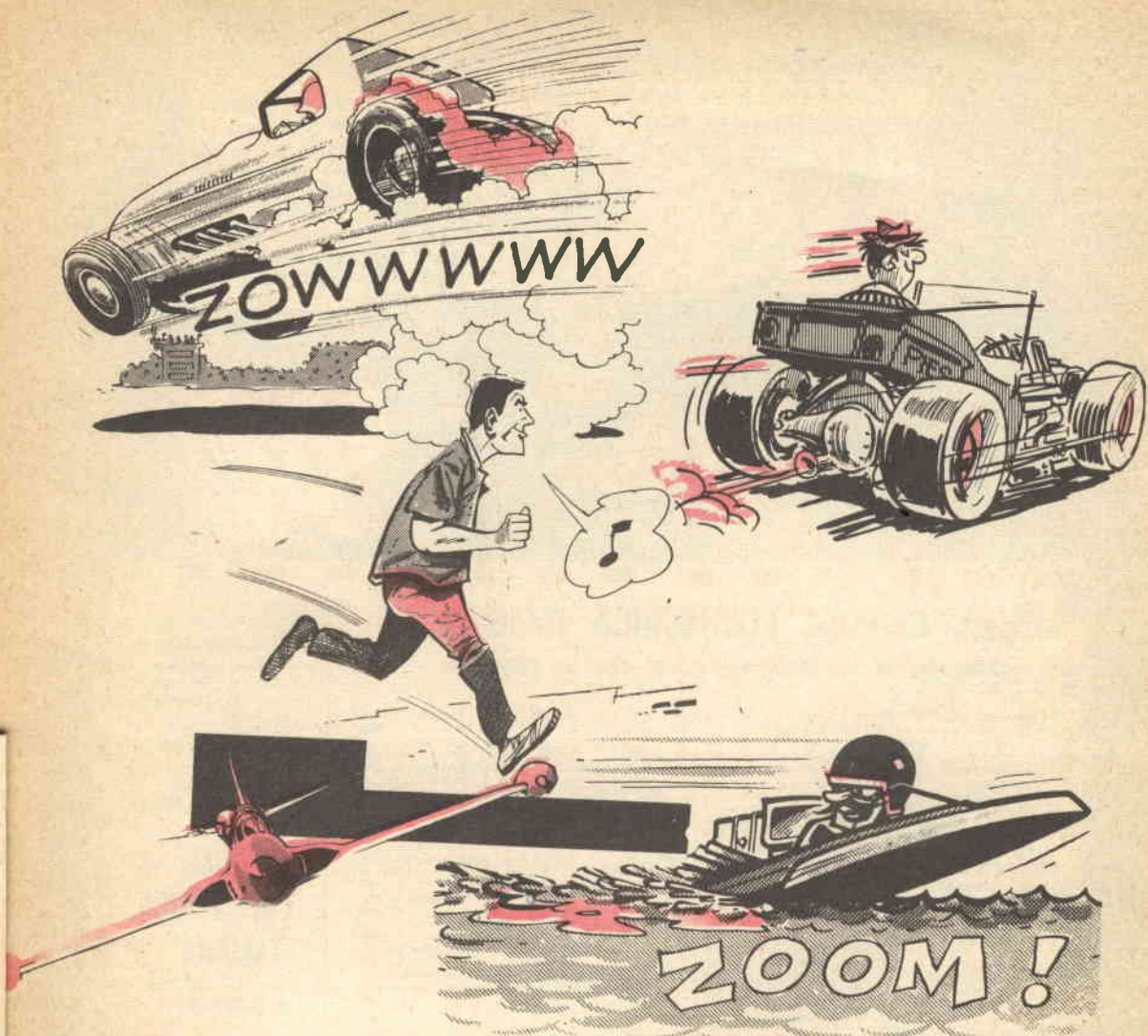
FIRMA DELL'ALLIEVO

Alfrancatura a carico del destinatario da addebitarsi sul conto di credito n. 150 presso l'Ufficio Post. Roma A.D. Autoriz. Direzione Prov. P.P.I.T. Roma 60811/10-4-58

Spett.
SCUOLA
EDITRICE
POLITECNICA
ITALIANA

Via Gentiloni 73/3

ROMA



Dove corrono?

Ad abbonarsi a « Sistema Pratico » prima che finiscano i regali!

Non vogliono perdere la possibilità di avere GRATIS con l'abbonamento una serie di semiconduttori (3 transistor da usare nei progetti che saranno presentati sulla Rivista, più diodi, oppure un libro di radiotecnica: correte anche Voi!

Basta tracciare una crocetta nella casella che interessa (vedere l'unità cartolina) e scrivere il proprio indirizzo e... il regalo, non scappa più!

Approfittate di questa offerta speciale!

Poveracci! Guarda come si è ridotto male!



Si è dato all'alcool per dimenticare il grave errore di non avere voluto studiare specializzandosi con i manuali della collana dei «FUMETTI TECNICI»!

MIGLIAIA DI ACCURATISSIMI DISEGNI NITIDI E MANEGGEVOLI QUADERNI FANNO VEDERE LE OPERAZIONI ESSENZIALI ALL'APPRENDIMENTO DI OGNI SPECIALITÀ TECNICA.



Spett. EDITRICE POLITECNICA ITALIANA,

voigate spedirmi contrassegno i volumi che ho sottolineato;

A1 - Meccanica L. 950	C - Muratore L. 950	O - Affilatore L. 950	U3 - Tecnico Elettrocista L. 1200
A2 - Termologia L. 450	D - Ferrallolo L. 800	P1 - Elettroauto L. 1200	V - Linee aeree e in cavo L. 800
A3 - Ottica e acustica L. 600	E - Apprendista agiustatore L. 950	P2 - Esercitazioni per Elettroauto L. 1800	X1 - Provavalv. L. 950
A4 - Eletticità e magnetismo L. 950	F - Aggiustatore meccanico L. 950	Q - Radiomeccanico L. 800	X2 - Trasformatore di alimentazione L. 800
A5 - Chimica L. 1200	G - Strumenti di misura per meccanici L. 800	R - Radi ripar. L. 950	X3 - Oscillatore L. 1200
A6 - Chimica inorganica L. 1200	G1 - Motorista L. 950	S - Apparecchi radio a 1, 2, 3, tubi L. 950	X4 - Voltmetro L. 800
A7 - Elettrotecnica figurata L. 950	G2 - Tecnico motorista L. 1800	S2 - Superetr. L. 950	X5 - Oscillatore modulato FM/TV L. 950
A8 - Regolo calcolatore L. 950	H - Fuciniatore L. 800	S3 - Radio ricetrasmittente L. 950	X6 - Provavalvole - Capacimetro - Ponte di misura L. 950
A9 - Matematica parte 1ª L. 950	I - Fonditore L. 950	S4 - Radiom. L. 800	X7 - Voltmetro a valvola L. 800
parte 2ª L. 950	K1 - Fotoromanzo L. 1200	S5 - Radioricevitori F.M. L. 950	Z - Impianti elettrici industriali L. 1400
parte 3ª L. 950	K2 - Falegname L. 1400	S6 - Trasmettitore 25W con modulatore L. 950	Z2 - Macchine elettriche L. 950
A10 - Disegno Tecnico L. 1800	K3 - Ebanista L. 950	T - Elettrodom. L. 950	Z3 - L'elettrotecnica attraverso 100 esperienze: parte 1ª L. 1200
A11 - Acustica L. 800	K4 - Rilegatore L. 1200	U - Impianti d'illuminazione L. 950	parte 1ª L. 1200
A12 - Termologia L. 800	M - Tornitore L. 800	U2 - Tubi al neon, campanelli, orologi e lettrici L. 950	parte 2ª L. 1200
A13 - Ottica L. 1200	N - Trapanatore L. 950	W6 - parte 2ª L. 950	parte 3ª L. 1400
B - Carpentiere L. 800	N2 - Saldatore L. 950	W7 - parte 3ª L. 950	W10 - Televisori a 110° parte 1ª L. 1200
parte 2ª L. 1400	W3 - Oscillografo 1° L. 1200	W8 - Funzionamento dell'oscillografo L. 950	parte 2ª L. 1400
parte 3ª L. 1200	W4 - Oscillografo 2° L. 950	W9 - Radiotecnica per tecnico TV:	
W1 - Meccanico Radio TV L. 950	TELEVISORI 17 "21" L. 1200		
W2 - Montaggi sperimentali L. 1200	W5 - parte 1ª L. 950		

Affrancatura a carico del destinatario da addebitarsi sul conto di credito n. 180 presso l'Ufficio Post. Roma AD autorizz. Dirz. Prev. PPIT Roma 80811 10-1-58

Spett.
EDITRICE
POLITECNICA
ITALIANA

roma
via
gentiloni, 73/3

NOME _____

INDIRIZZO _____

Ritagliate, compilate e spedite questa cartolina senza affrancare.

I nostri manuali
sono illustrati Gg.





Avete difficoltà per trovare qualche pezzo?

L'Editore di questo manuale, nell'intento di assicurare a tutti i lettori (anche a quelli abitanti nei piccoli centri) la possibilità di costruire qualsiasi progetto presentato, ha incaricato lo Studio ECM di preparare le scatole di montaggio per qualunque degli apparecchi presentati.

Ecco i prezzi relativi:

Progetto N° 1: pag. 13 Prezzo L. 3.950	Progetto N° 13: pag. 47 Prezzo L. 4500	Progetto N° 28: pag. 76 Prezzo L. 9000
Progetto N° 2: pag. 15 Prezzo L. 3.500	Progetto N° 14: pag. 49 Prezzo L. 3900	Progetto N° 29: pag. 79 Prezzo L. 13.000
Progetto N. 3: pag. 17 Prezzo L. 3900	Progetto N° 15: pag. 51 Prezzo L. 3900	Progetto N. 30: pag. 82 Prezzo L. 12.900
Progetto N° 4: pag. 20 Prezzo L. 8300	Progetto N° 16: pag. 53 Prezzo L. 4.100	Progetto N° 31: pag. 86 Prezzo L. 1.000
Progetto N° 5: pag. 23 Prezzo L. 5400	Progetto N° 17: pag. 55 Prezzo L. 4700	Progetto N° 32: pag. 87 Prezzo L. 1.350
Progetto N° 6: pag. 26 Prezzo L. 6000	Progetto N° 18: pag. 57 Prezzo L. 5200	Progetto N. 33: pag. 88 Prezzo L. 2.000
Progetto N° 7: pag. 29 Prezzo L. 3800	Progetto N° 19: pag. 58 Prezzo L. 4500	Progetto N° 34: pag. 89 Prezzo L. 2800
Progetto N° 8: pag. 32 Prezzo L. 6500	Progetto N° 20 pag. 60 Prezzo L. 7100	Progetto N. 35: pag. 90 Prezzo L. 4000
Progetto N° 9: pag. 35 Prezzo L. 9.900.	Progetto N° 21: pag. 61 Prezzo L. 5900	Progetto N° 36: pag. 91 Prezzo L. 4.000
Progetto N° 10: pag. 41 Prezzo L. 5000	Progetti N° 22-23-24-25: pag. 65-66 Cadauno L. 4.800	Progetto N° 37: pag. 92 Prezzo L. 5000
Progetto N° 11: pag. 43 Prezzo L. 3900	Progetto N° 26: pag. 70 Prezzo L. 5400	Progetto N° 38: pag. 93 Prezzo L. 7.900
Progetto N° 12: pag. 45 Prezzo L. 3900	Progetto N° 27: pag. 73 Prezzo L. 7600	Progetto N° 39: pag. 94 Prezzo L. 10.600

CONDIZIONI DI FORNITURA:

Le parti inviate per ogni progetto sono esattamente quelle consigliate dall'Autore. Ogni materiale è nuovo. Ogni KIT è completo di ogni minuteria, filo, pila e quant'altro è necessario per il montaggio.

CONDIZIONI DI VENDITA:

Il pagamento delle scatole di montaggio è da fare anticipato. Non si accettano ordini di spedizione contrassegno..



Spese di porto:
L. 300 per ogni
scatola di mon-
taggio da ag-
giungere al ver-
samento

Spett. STUDIO ECM - ROMA - Via Alfredo Panzini, 48 (Montesacro)

Vi prego di inviarmi la seguente scatola di montaggio:

PROGETTO N. _____ Pagina _____
Ho inviato il versamento anticipato a mezzo vaglia postale ☐ Allego alla
presente assegno circolare, postale, di c. c. ☐
SCRIVERE STAMPATELLO!

SIGNOR _____
VIA _____ NUMERO _____
CITTA' _____ PROVINCIA _____
ritagliare o ricopiare





**NOVITÀ
SENSAZIONALE!**

**LA CALCOLATRICE
DA TASCHINO**

PIÙ PICCOLA DEL MONDO!

**IL BOOM DELLA
FIERA DI MILANO**

Esegue addizione, sottrazione, moltiplicazione e divisione fino a un miliardo. Perfettissima. Prestazioni identiche alle normali calcolatrici. Indispensabile a studenti, professionisti, commercianti e a tutti coloro che vogliono risparmiare tempo. Chiedetela subito inviando lire 1.500, oppure in contrassegno, più spese postali. Vi verrà spedita in elegante astuccio in vipla.

Indirizzare a:
SASCOL EUROPEAN - Via deHa Bufalotta, 15 - Roma
La **SASCOL EUROPEAN** rimborserà l'importo se le prestazioni dello strumento non risponderanno a quanto dichiarato.

**ACCUMULATORI
ERMETICI
AL Ni-Cd**

DEAC



S.p.A.
**TRAFILERIE e LAMINATOI di METALLI
MILANO**

VIA A. DE TOGNI 2 - TEL. 876.946 - 898.442

Rappresentante Generale: Ing. GEROLAMO MILO
MILANO - Via Stoppani 31 - Telefono 27.89.80

La LCS, Apparecchiature Radioelettriche. Via Vipacco 4 - Milano ha preparato, a scopo pubblicitario, dei **PACCHI PROPAGANDA** contenenti il seguente materiale garantito di prima qualità: 1 transistor SFT320; 1 transistor SFT323; 1 transistor SFT352; 1 transistor 2G139; 1 diodo al germanio 1G27; 1 piastrina circuito stampato per montaggi sperimentali da mm. 135 x 95; 10 resistenze da 1/2 W assortite; 5 condensatori assortiti; 1 nucleo ferro cube mm. 8 x 140; 20 cm. tubo cartone bachelizzato Ø mm. 35; 10 m. filo rame smaltato Ø mm. 1; 10 m. filo rame smaltato Ø mm. 0,25.

Il prezzo di tali pacchi è di sole L. 2.500 + L. 300 per spese di spedizione. Pagamento a mezzo vaglia postale o versamento sul nostro c.c. postale n. 3/21724 oppure contrassegno. In quest'ultimo caso le spese aumenteranno di L. 200 per diritto di assegno.

**LCS APPARECCHIATURE
RADIOELETTTRICHE**

Via Vipacco, 4 - Telefono 2.576.267
MILANO

12 triple - 97 colonne

FANTASTICA, INCREDIBILE SCOPERTA che permette di realizzare, CON LA PIÙ ASSOLUTA CERTEZZA MATEMATICA, OGNI SETTIMANA, SENZA ECCEZIONI, queste vincite:

0 ERRORI : 1 dodici, 24 undici e 72 dieci
1 ERRORE : 1 dodici, 8 undici e 12 dieci
2 ERRORI : 1 dodici, 4 undici e 11 dieci
oppure : 2 undici e 15 dieci
3 ERRORI : 3 undici e 9 dieci
oppure : 1 undici e 5 dieci
oppure : 3 dieci

4 ERRORI : 1, 2, 3, 4, 6 dieci

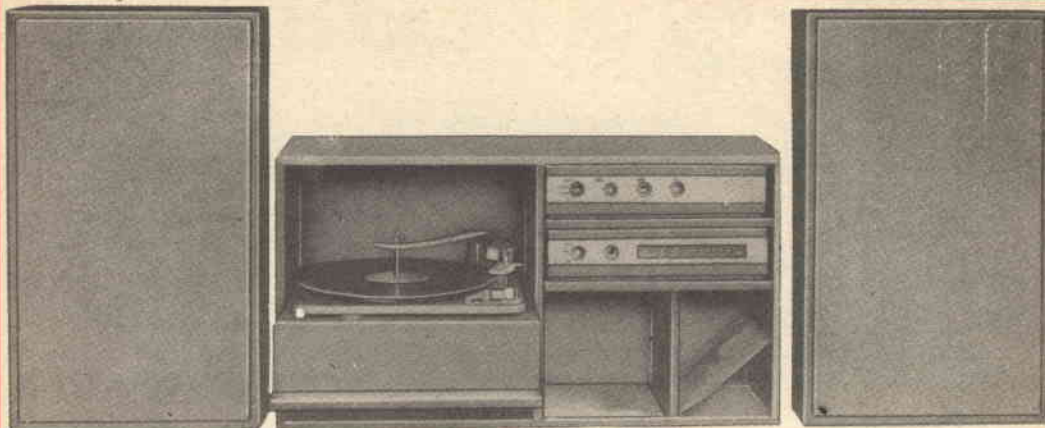
NESSUNA CONDIZIONE! Mi impegno a versare QUALSIASI CIFRA, a semplice richiesta, a chi fosse in grado di dimostrare l'infondatezza anche parziale, di quanto ho su dichiarato. Questo poderoso sistema, che al copia direttamente sulle schedine essendo completamente sviluppato, è buono ogni settimana e per qualsiasi gioco. Costa L. 4.000. Se volete veramente vincere con poche colonne, richiedetelo subito inviando la somma, come meglio vi pare, a:

BENIAMINO BUCCI
VIA S. ANGELO, 11/S SERRACAPRIOLA (FOGGIA)

60.000 lire il mese

e più fino a 200.000 lire, vincerete al gioco del Lotto solamente con il mio NUOVO, INSUPERABILE METODO che vi insegna come GIOCARE E VINCERE, con CERTEZZA MATEMATICA, AMBI PER RUOTA DETERMINATA a vostra scelta. Questo metodo è l'unico che vi farà vivere di rendita perché con esso la vincita è garantita. Nel vostro interesse richiedetelo inviando, come meglio vi pare, L. 3.000 indirizzando a:

BENIAMINO BUCCI
Via S. Angelo 11/S SERRACAPRIOLA (Foggia)
(Rimborso i soldi se non risponde a verità)



AMPLIFICATORE STEREO 20 W.
Modello UB/31-A



SINTONIZZATORE AM/FM
Modello UL/40

perchè **HI-FI** a transistori?

È opinione ormai diffusa tra i tecnici dell'Alta Fedeltà che le valvole e trasformatori d'uscita siano tra le maggiori fonti di distorsione del suono.

Gli apparecchi a transistori o a "stato solido", come dicono gli americani, danno una risposta di frequenza migliore, più limpida e trasparente perchè gli altoparlanti vengono collegati direttamente ai transistori finali senza alcun trasformatore.

I transistori non hanno inerzia nei passaggi improvvisi di volume, sono più docili e più fedeli. E non scaldano. Essi lavorano infatti a temperatura ambiente e a basse tensioni.

Ecco perchè gli apparecchi a transistori non hanno bisogno di alcuna manutenzione. Inoltre sono molto più piccoli e compatti degli apparecchi a valvole di pari potenza, consentendo quindi una maggiore facilità di ambientamento.

Queste sono le ragioni del successo della linea High-Kit.



THE BEST IN TRANSISTOR SOUND

DISTRIBUTED BY G.B.C. Italiana



FOTOAMATORI

SVILUPPATE e STAMPATE le FOTO da Voi scattate con il **PICCOLO LABORATORIO FOTOGRAFICO** migliorato e con più materiale sensibile e la nostra continua assistenza tecnica: potrete farlo in casa vostra in pochi minuti. Con il

PICCOLO LABORATORIO FOTOGRAFICO

Vi divertirete e risparmierete

Richiedetelo contrassegno pagando al portalettere L. 4.900 oppure inviando vaglia di L. 4.800. Riceverete il laboratorio al completo con relative istruzioni per l'uso.

Invio di opuscoli illustrativi inviando L. 100 in francobolli; indirizzate sempre a:
IVELFOTO / SP Borgo S. Frediano 90 R - FIRENZE

MODERNO IMPIANTO PER SVILUPPO - STAMPA DI FOTO A COLORI. INVIATECI I VOSTRI RULLI A COLORI DI QUALSIASI MARCA E LI RIAVRETE ENTRO 48 ORE. SVILUPPO GRATIS - COPIE 9x12 A L. 180 CAD. SENZA ALTRE SPESE. INTERPELLATECI

Ecco 2 ECCEZIONALI ricevitori!

HIGHVOX

Ricevitore a 7 transistor più 1 diodo.

Telaio a circuito stampato. Altoparlante di qualità diametro millimetri 70. Frequenza di ricezione: da 500 Kc a 1600 Kc.

Potenza d'uscita 300 mW a 1KHz. Dimensioni mm. 150 x 90 x 40.

Mobile elegantissimo, bicolore, in polistirolo antiurto. Scatola di montaggio completa di auricolare, borsa custodia, 3 schemi di grande formato, libretto di istruzioni: L. 12.500, Contrassegno L. 400 in più.

OLYMPIC

Ricevitore a 5 valvole.

Due gamme d'onda: corte, da 16 a 52 mt., medie da 190 a 580 mt. Potenza d'uscita 2,5 watt. Alimentazione a rete mediante autotrasformatore, con cambiatensione esterno. Altoparlante ellittico da mm. 105 x 155. Elegante mobile bicolore, dimensioni mm. 315 x 208 x 135. Scatola di montaggio completa di libretto di istruzione e di tre schemi di grande formato (uno elettrico e due di cablaggio) L. 12.000. Se contrassegno L. 400 in più.

GRATIS

inviando il tagliando qui a lato vi faremo pervenire **senza impegno** ulteriori dettagli sulle scatole di montaggio e **gratis** il nostro catalogo con 2 schemi transistor.



Vogliate inviarmi, **SENZA IMPEGNO**, maggiori dettagli sulle Vs/ scatole di montaggio. Inoltre gradirei avere **GRATIS** il Vs/ catalogo illustrato.

S.P.

NOME _____ COGNOME _____

Via _____ N. _____

Città _____ Provincia _____

Inviare alla Ditta Sergio Corbetta - Milano
Via Zurigo 20.

**LEI PUO'
DIVENTARE
PERITO INDUSTRIALE
O ADDIRITTURA
INGEGNERE!**

**(ed avere
un ricchissimo
futuro)**

Riceverete catalogo gra-
tuito, inviando questo
tagliando alla:

SCUOLA SEPI
Via Gentiloni 73/3
ROMA



Fino ad oggi diventare in-
gegnere o perito industriale
era una possibilità riservata
a pochi, pochissimi.
Forse, lei non è ricco, ma-
gari non ha il titolo di studio
per accedere alla università
né il tempo per frequentare
il Politecnico. Ma può stu-
diare lo stesso ingegneria, a
casa sua.

La SEPI, scuola per corri-
spondenza, autorizzata dal
Ministero della Pubblica
Istruzione, è prima in Italia
a dare questa incredibile
possibilità studiando su tes-
ti italiani a livello universi-
tario ma comprensibili da
chiunque.

Sia «Ingegnere» oppure:
sceglia la carriera del «Perito
Industriale» diverrà un uomo
nuovo. Un «dirigente»

NOME COGNOME

VIA

(PROVINCIA)

CITTA'

NATO A

IL DOCUMENTO D'IDENTITA' (Tes-
sera Postale, Carta d'Identità-Patente ecc.)

N. rilasciata da il

MODULO DI ISCRIZIONE

Spett. S.E.P.I. - Desidero ricevere il Vostro corso per corrispondenza
per Perito Industriale ☐ in 30 rate - oppure, Ingegnere ☐ in 30 rate,
con questa specializzazione che scelgo fra quelle indicate in calce.

Mi impegno a versare una rata di L. 4.870 al 30 di ogni mese fino al com-
pleto pagamento del corso ed a segnalarVi ogni variazione del mio
indirizzo. La presente ordinazione è impegnativa ed irrevocabile. La
morosità di una rata comporta la decadenza del beneficio del termine
e l'immediata scadenza del saldo del credito le spedizioni avverranno
a Vostra scelta: contrassegno oppure senza assegno.

Se l'allievo è minorenne occorre altresì la firma del padre o di chi ne
fa le veci: Grado di

parentela data

FIRMA DELL' ALLIEVO

Altrancatura a carico del desti-
natario da addebitarsi sul conto
di credito n. 180 presso l'Ufficio
Posti, Roma A.D. Autoriz. Direzione
Prov. PP.TT. Roma 80811/10-1-58

Spett.
**SCUOLA
EDITRICE
POLITECNICA
ITALIANA**

Via Gentiloni, 73/3

ROMA

POTRÀ SCEGLIERE FRA QUESTE ECCEZIONALI SPECIALIZZAZIONI:

ELETTROTECNICA - ELETTRONICA - MECCANICA - CHIMICA - EDILE - NAVALMECCANICA - COSTRU-
ZIONI AERONAUTICHE - INDUSTRIA METALMECCANICA - ARTI FOTOGRAFICHE (1) - ISTITUTO TEC-
NICO NAUTICO SEZIONE MACCHINISTI O SEZIONE COSTRUTTORI (1) - ISTITUTO TECNICO AGRARIO (1)
(1) SOLO PER IL CORSO DI PERITO

INGEGNERE

REGOLARMENTE ISCRITTO
NELL'ALBO BRITANNICO

SEGUENDO A DOMICILIO I CORSI POLITECNICI INGLESI

una CARRIERA splendida - ingegneria CIVILE
un TITOLO ambito - ingegneria MECCANICA
un FUTURO ricco - ingegneria ELETTRONICA
di soddisfazioni - ingegneria ELETTRONICA

Scrivete oggi stesso
e senza impegno a:
**BRITISH INST. OF
ENGINEERING**
Via P. Giuria 4/A TORINO
Sede Centrale Londra
Delegazioni in tutto il mondo

Materiale radio-elettronico a prezzi di LIQUIDAZIONE !

D) CONVERTITORI per secondo canale TV.
« **DIPCO** » con valvola ECF 82. L. 1.000 + L. 350 sp. p.

E) CONVERTITORI per secondo canale TV
« **ADMIRAL** » con valvola PL 86 L. 1000 + L. 350 sp. p.

F) TRASFORMATORI ALIMENTAZIONE PER
TV (Kg. 3,500) tutte le tensioni secondarie. L. 2.000 +
+ L. 600 sp. p.

G) GIOCHI - Tipo Americano a 90° e 110°. L.
800 + L. 400 sp. p.

**H) GRUPPI VHF « MARELLI-SPRINT-ADMIRAL-
RICAGNI-PRANDONI »** - completi delle 2
valvole L. 2.500 + L. 400 sp. p.

M) TELAIO AMPLIFICAZIONE MEDIE « MARELLI »
completo di valvole 6T8-6CB6-6CB6. L. 2.000 +
+ L. 350 sp. p.

N) PACCO contenente N° 10 **CONDENSATORI**
ELETTROLITICI a cartuccia, a vitone, a linguette,
da 300 a 500 V - MF 10-100-100 + 100-80 + 80 + 20 -
125 + 40 - 32 + 32 - 250 + 50 ecc. L. 3.500 + 450 sp. p.

ATTENZIONE: non si accettano ordini per importi
inferiori a L. 3.500 + spese. — Tenere presente che
per spedizioni in **CONTRASSEGNO** le spese aumentano
di L. 300, mentre vengono sensibilmente ridotte
per le spedizioni cumulative.

ELETTRONICA « PGF » MILANO - Via Alfredo Oriani, 6 - Tel. 87.30.59



interruttori
a v e

INTERRUTTORI AUTOMATICI
ELETTROMAGNETICI REGOLABILI
MAGNETOTERMICI
CONTENITORI PER AUTOMATICI
QUADRI DI COMANDO
QUADRETTI MODULARI
INTERRUTTORI PER USI
INDUSTRIALI CIVILI E
SIMILARI 25 - 40 - 100A
SERIE DA INCASSO:
« GRATTACIELO » - « 600 » E « 600 G »

rivista mensile

SISTEMA PRATICO

EDITORE

S.P.E.

SISTEMA PRATICO EDITRICE s.p.a.

DIREZIONE E REDAZIONE

SPE - Casella Postale 7118 - Roma
Nomentano

STAMPA

Industrie Poligrafiche
Editoriali del Mezzogiorno
(SAIPEM) - Cassino-Roma

CONCESSIONARIO esclusivo
per la vendita in Italia e all'Estero
Messaggerie Italiane S.p.A.
Via Carcano n. 32 - Milano
Tel. 8438143

DIRETTORE RESPONSABILE

Dott. Ing. RAFFAELE CHIERCHIA

CONSULENTE PER L'ELETTRONICA

GIANNI BRAZIOLI

CORRISPONDENZA

Tutta la corrispondenza, consulenza
tecnica, articoli, abbonamenti, deve
essere indirizzata a:

Sistema Pratico

SPE - Casella Postale 7118 - Roma
Nomentano

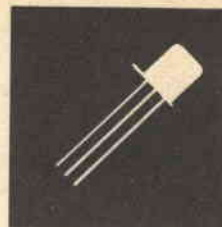
Tutti i diritti di riproduzione e traduzione
degli articoli pubblicati in questa rivista
sono riservati a termini di legge. I
manoscritti, i disegni e le fotografie
inviati dai lettori, anche se non pub-
blicati, non vengono restituiti. Le opi-
nioni espresse dagli autori di articoli
e dai collaboratori della rivista in via
diretta o indiretta non implicano respon-
sabilità da parte di questo periodico.
È proibito riprodurre senza autorizza-
zione scritta dell'editore, schemi, di-
segni o parti di essi da utilizzare per
la composizione di altri disegni.

Autorizz. del Tribunale Civile di
Roma N. 9211/83, in data 7/5/1983

GIANNI BRAZIOLI

RADIOCIRCUITI A TRANSISTOR

INDICE



AMPLIFICATORI AUDIO

Amplificatore da 70 mW a due transistori	Pag. 13
Amplificatore da 100 mW a due transistori	15
Amplificatore da 120 mW a tre transistori	17
Amplificatore da 250 mW a cinque transistori	20
Amplificatore da 500 mW a quattro transistori	23
Amplificatore da 750 mW a cinque transistori	26
Amplificatore da 750 mW a tre transistori	29
Amplificatore da 1,5W a cinque transistori	32
Amplificatore da 6W HI-FI a quattro transistori	35

RICEVITORI PER ONDE MEDIE

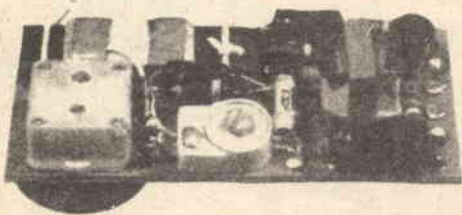
Ricevitore per vecchi transistori a «punte»	41
Ricevitore a reazione monotransistore	43
Altro ricevitore a reazione monotransistore	45
Ricevitore a reazione 2 + 2	47
Reflex reazionato ad un transistorore	49
Un reflex monotransistore	51
Il precedente reflex con reazione aggiunta	53
Reflex monotransistore «Classico»	55
Il Reflex classico con stadio amplificatore finale	57
Reflex sperimentale ad alto rendimento	58
Reflex 1 + 3 (esempio di combinazione)	60
Ricevitore supereterodina a due transistori	61
Note sulla trasformazione della precedente supereterodina	63

TRASMETTITORI OC E VHF

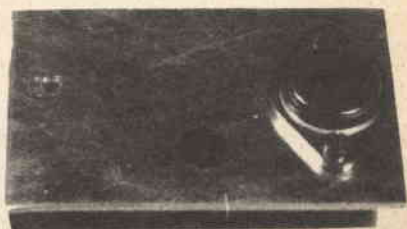
Quattro oscillatori ad alto rendimento	65
Un semplicissimo trasmettitore:	70
Trasmettitore a due transistori da 250 mW	73
Trasmettitore da 1W a tre transistori:	76
Trasmettitore a quattro transistori per 144 MHz	79
Trasmettitore a due transistori per 144 MHz (100 mW).	82

AMPLIFICATORI DI CORRENTE CONTINUA

Stadio con ingresso compensato	86
Amplificatore «Tandem»	87
Un amplificatore complementare	89
Stadio amplificatore di corrente sperimentale	90
Uno stadio moltiplicatore per misure rudimentali	91
Stadio moltiplicatore migliorato	92
Un galvanometro micro-sensibile:	93
Un semplice voltmetro elettronico a transistorore	94



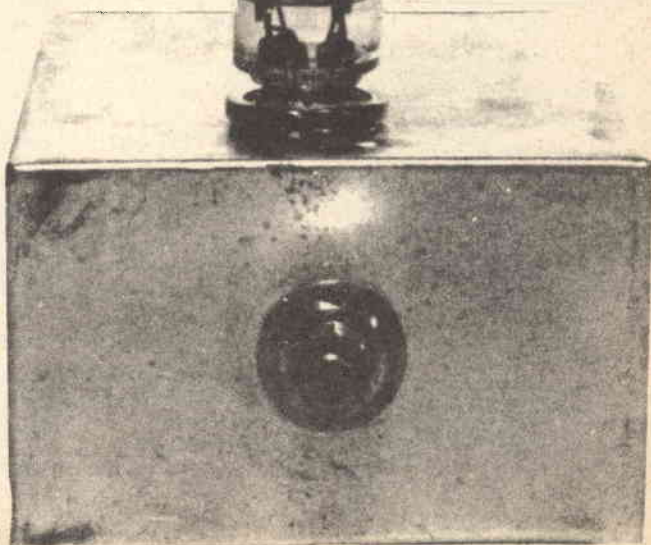
DEDICA



È uso comune dedicare un'opera qualunque ai propri cari, agli amici, agli insegnanti. Voglio essere anticonformista, e dedicare questo manualetto ai NEMICI. Il motivo è che con la loro maldicenza, acrimonia, invidia, i NEMICI mi hanno sempre spinto a vincere la mia naturale pigrizia ed a fare di più; meglio, più seriamente, per spirito competitivo e per reazione.

Quindi a Voi, miei numerosi ed acerrimi nemici, è dedicato questo libretto: grazie per la spinta che mi avete dato.

GIANNI BRAZIOLI



introduzione

Nel 1955, o nel '56, non ricordo bene, mi procurai una mezza dozzina di transistori pagandoli profumatamente. A quel tempo tutti i modelli avevano un basso guadagno ed un alto rumore di fondo, ed anche i miei OC10, CK721, G1, 2N33, 2N21, «soffiavano» come aviogetti e per ottenere una amplificazione sia pure minima dai circuiti ci voleva studio e pazienza: tanto studio e **tanta**, tanta pazienza. Malgrado queste difficoltà mi appassionai al progetto dei complessi transistorizzati, e da allora ad oggi ne ho sperimentati un migliaio, o forse più, e ne ho descritte diverse centinaia in articoli che sono apparsi su quasi tutte le riviste tecniche e divulgative italiane.

Dopo tanti anni di lavoro sperimentale, ho pensato di cominciare a condensare la mia esperienza in qualche manuale: **questo** è il primo della serie.

Non intendo portare un contributo alla scienza con questa... come dire? «Operetta».

Lo scopo che mi sono prefisso, è stato unicamente quello di offrire ai radioamatori, ai tecnici, agli appassionati, una selezione di circuiti a transistori che hanno il pregio di essere stati collaudati uno per uno, ed anche di poter essere realizzabili tutti in Italia, con i componenti reperibili sul nostro mercato, a differenza di quelli studiati negli USA, che si vedono ovunque, i quali impiegano transistori ed altri componenti che l'amatore italiano non può reperire. Nelle pagine che seguono, sono descritti degli amplificatori audio, dei piccoli ricevitori, dei trasmettitori, ed infine, degli amplificatori di corrente continua: come si vede, quindi, questo manuale non esaurisce l'argomento dei circuiti transistorizzati per amatori.

Attualmente sto preparando un secondo libro che riporterà schemi di ricevitori per onde corte, VHF, UHF, oltre ad invertitori cc-ca, ed apparecchiature di laboratorio, e tante altre applicazioni dei transistori.

Se neppure quest'altro manuale fosse sufficiente ad offrire un panorama abbastanza completo allo sperimentatore, ne scriverò un altro ancora, come appendice.

Gianni Brazioli



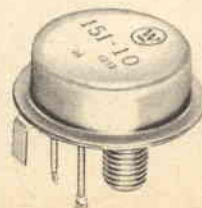
AMPLIFICATORI AUDIO

Dagli otoni, che furono la prima applicazione pratica dei transistori, ai recenti amplificatori stereo HI-FI da 50 Watt per canale, la tecnica delle audiofrequenze si è sempre più avvantaggiata dei semiconduttori.

In effetti, essi hanno molti pregi rispetto alle valvole: assenza di microfonicità, inesistenza di un filamento che introduce fatalmente ronzio, bassa impedenza d'ingresso e d'uscita che permette la connessione diretta di captatori magnetici e di altoparlanti; l'ultima dote è forse la più saliente, in quanto, eliminando i trasformatori di accoppiamento si ottiene un rendimento migliore, e non si comprime nè si distorce la banda passante.

Studiando accuratamente i circuiti ed applicando efficaci controeazioni, si possono ottenere degli amplificatori ad alta fedeltà che non sono affatto inferiori ai classici complessi a valvole, nè per la potenza nè per la risposta.

In questo primo capitolo del manuale è descritta una serie di amplificatori particolarmente adatta per amatori: i circuiti presentati hanno una potenza che varia da poche decine di milliwatt a qualche Watt e sono stati scelti uno per uno, cercando quei complessi, fra i tanti sperimentati che con la minima complessità ed il più modesto costo delle parti dessero le migliori prestazioni.



Ecco un complessino veramente miniaturizzabile

Amplificatore da 70 mW a due transistori

La figura 1) illustra lo schema elettrico di un minuscolo amplificatore a due transistori di tipo PNP.

La potenza d'uscita del complesso è di 70 milliwat, cioè appena sufficiente ad azionare un altoparlante.

L'amplificatore ha l'ingresso a bassa impedenza, adatto a ricevere il segnale da una testina di pick-up magnetico o simili.

I due transistori sono direttamente accoppiati; per ottenere un buon adattamento delle rispettive correnti, deve essere regolata la resistenza R2, fino a che, in assenza di segnale, il collettore del TR1 assorba da 3 a 5 mA ed il collettore del TR2 assorba da 20 a 35 milliampere.

A causa dell'accoppiamento diretto e della mancanza di un trasformatore d'uscita (l'altoparlante che ha una resistenza interna di 130 Ω , funge direttamente da carico per il TR2) l'amplificatorino è dotato di una curva di risposta molto buona: segnali compresi fra 30 HZ e 12.000 HZ non subiscono alcuna attenuazione.

Un controllo di tono è inserito sull'emittitore del TR1: esso è costituito da un deviatore che permette di scegliere, fra

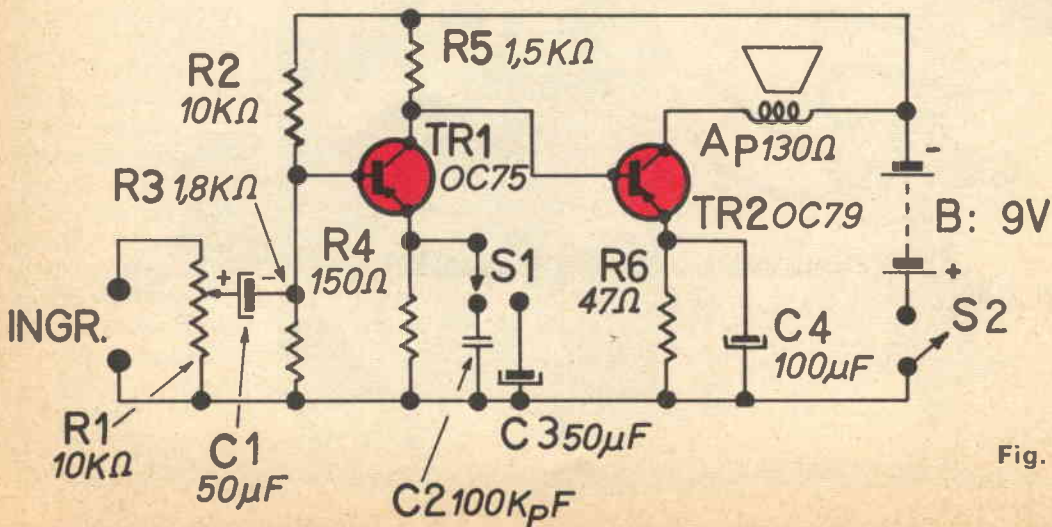


Fig. 1

due condensatori di diversa capacità, lo shunt per la resistenza R4; qualora sia inserito il condensatore C2, i bassi vengono controreazionati e quindi appaiono più attenuati; se invece è collegato C3, la banda non subisce alcuna correzione, ed il suono appare più grave.

I componenti sono tutti normalmente reperibili, a parte l'altoparlante; quest'ultimo, nel montaggio prototipo era un ricambio della Radiomarelli, precisamente del ricevitore RD 302, e veniva usato lasciandone libera la presa centrale. Qualora al lettore interessasse tale circuito e lo volesse realizzare, potrà richiedere l'altoparlante presso uno qualsiasi dei numerosi depositi della Radiomarelli in Italia.

Dato l'esiguo numero dei componenti ed il loro relativo scarso ingombro, questo amplificatore può facilmente essere montato in una esecuzione miniatura: rispettando le polarità dei condensatori C1, C3 e C4 e della pila, nessun'altra precauzione è necessaria per ottenere i risultati detti. A montaggio ultimato, si deve regolare R2 per ottenere le correnti già specificate per il TR1 e per il TR2.

La figura 2, illustra una delle possibili disposizioni dei componenti: in questo caso, tutto l'amplificatore è montato su circuito stampato, del quale si vedono (tratteggiate) le connessioni. Una volta completato il montaggio, la lastrina stampata è fissata sul retro dell'altoparlante.

I materiali per costruire questo apparecchio al completo costano L. 3950: vedere pag. 3 nel kit è compreso il necessario per fare il circuito stampato.

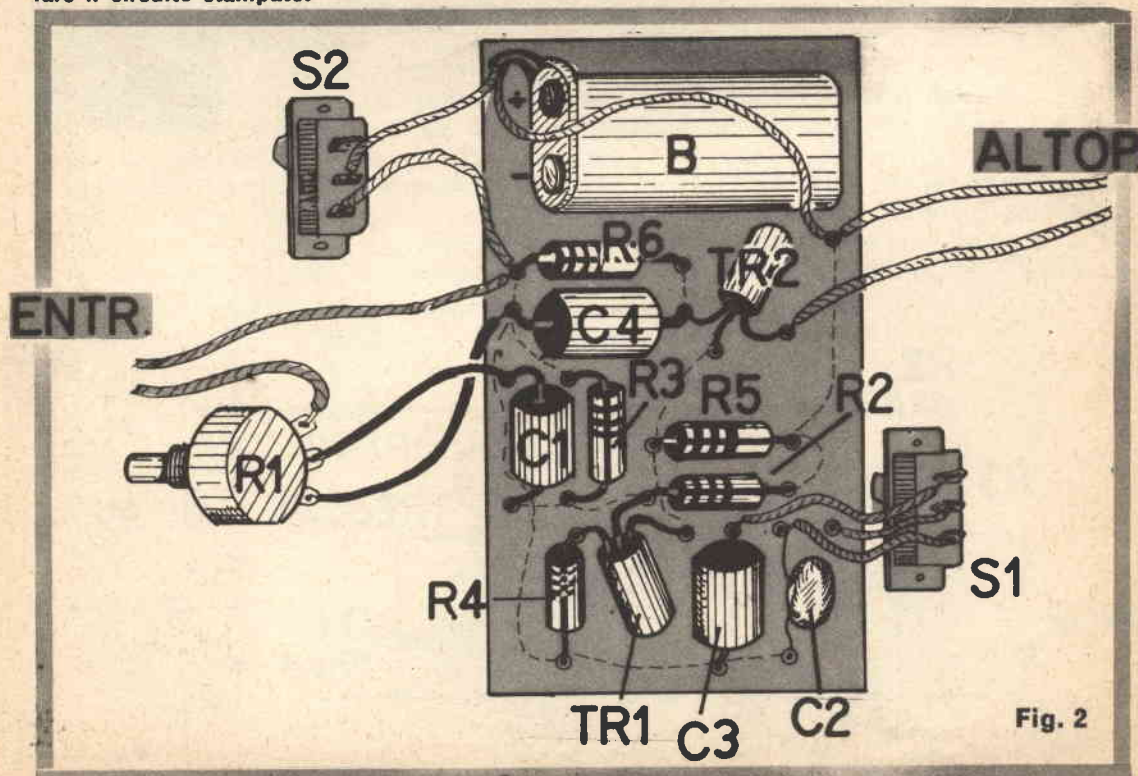
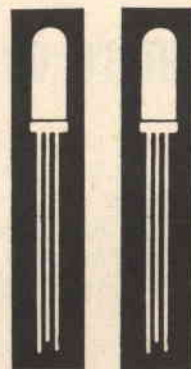
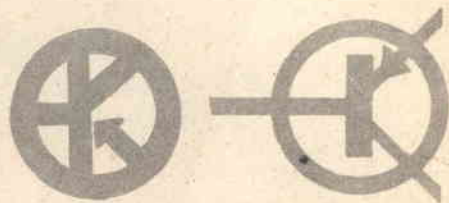


Fig. 2

AMPLIFICATORE

da 100 mW



a due transistor

Provate la differenza fra classe "A" e classe "AB"

PROGETTO N. 2

Un altro amplificatore a due transistori di tipo PNP di piccola potenza è schematizzato alla figura 3.

Le prestazioni di questo complesso sono simili a quelle del precedente circuito.

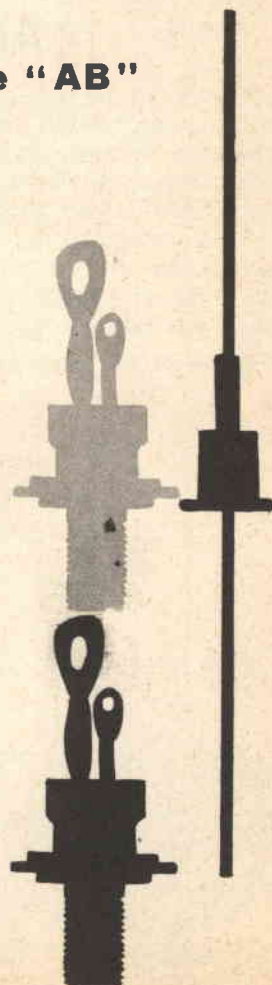
Cambia, in questo caso, il sistema di accoppiamento fra i due transistori, sistema che è derivato dal Darlington.

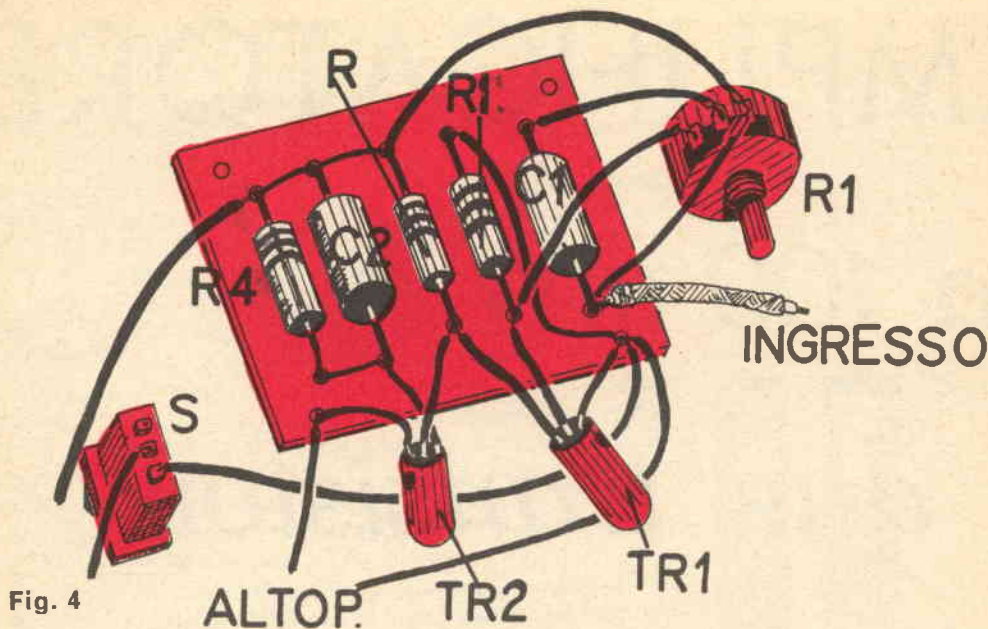
Il TR1 è collegato con il collettore in comune, ed il TR2 preleva il segnale dall'emettitore del transistor precedente. Il migliore adattamento di impedenza ottenuto con questo sistema compensa la perdita di guadagno in potenza conseguente alla figurazione assunta dal circuito relativo al primo transistor.

Anche in questo caso l'altoparlante è da 130 Ω , e l'assenza di trasformatori e di condensatori di accoppiamento permette una larga banda passante.

Così come è schematizzato, l'amplificatorino è dotato di notevole linearità. La resistenza R3, che non ha alcun condensatore di by-pass, causa una controreazione in corrente alternata che cancella completamente qualunque traccia di distorsione introdotta dal TR1, ed il TR2 lavora perfettamente in classe A. L'unica pecca del circuito è costituita dal notevole e continuo consumo di corrente, caratteristico della classe A dello stadio finale. Sacrificando in parte la linearità, ovvero accettando una certa percentuale di distorsione, è però possibile aumentare il rendimento del complesso (ottenendo la stessa potenza con un consumo minore) facendo lavorare il TR2 in classe AB.

Ciò è facilmente realizzabile aumentando il valore della R4:



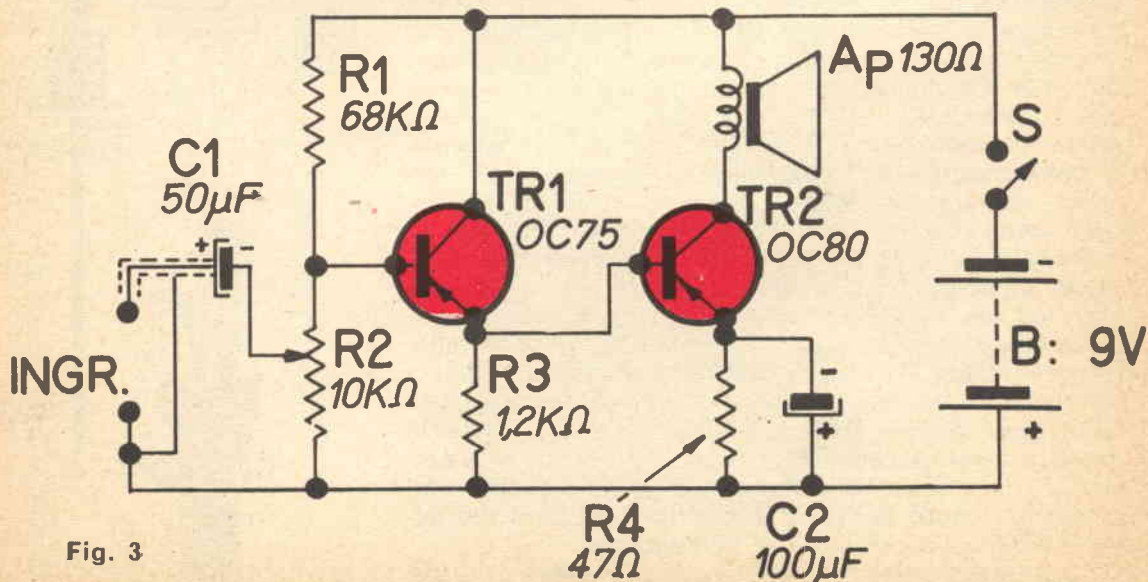


portandola a $68\ \Omega$, o addirittura a $82\ \Omega$, si avrà un assorbimento che varierà con l'ampiezza del segnale fornito; tale assorbimento sarà tanto minore, e tanto maggiore sarà la percentuale di distorsione.

Il montaggio di questo amplificatore è ancora più semplice e facile del precedente: ad eccezione dell'altoparlante e della pila, tutti gli altri componenti possono essere cablati in uno spazio che non supera quello che sarebbe occupato dai due trasformatori d'entrata e d'uscita che verrebbero impiegati negli altri tipi di circuiti.

A parte la regolazione opzionale della resistenza R_4 , nessun'altra operazione è necessaria per ottenere il migliore rendimento dal complesso.

I materiali per costruire questo apparecchio costano al completo L. 3500: vedere pagina 3.



AMPLIFICATORE DA 120 mW A TRE TRANSISTORI

Un moderno amplificatore senza trasformatore d'uscita.

Un esempio di come si possano trarre ottime prestazioni da circuiti e componenti economici, assiemati con un po' di fantasia ed esperienza, è dato dal circuito di figura 5. Qui vediamo un amplificatore a tre stadi, che pilota un altoparlante a bassa impedenza, ovvero di tipo normale, pur senza richiedere alcun trasformatore per l'adattamento delle impedenze, nè transistori speciali.

Con un OC75 di serie e con due OC80 non selezionati, il guadagno offerto dal prototipo è di 60 decibel complessivamente, ed ai capi dell'altoparlante è presente un segnale di 120 mW effettivi, con un'ampiezza di banda di 10.000 cicli e meno del 3 per cento di distorsione.

Queste caratteristiche davvero buone derivano principalmente dall'accoppiamento **diretto** dei tre transistori amplificatori e dall'esclusione del trasformatore di uscita.

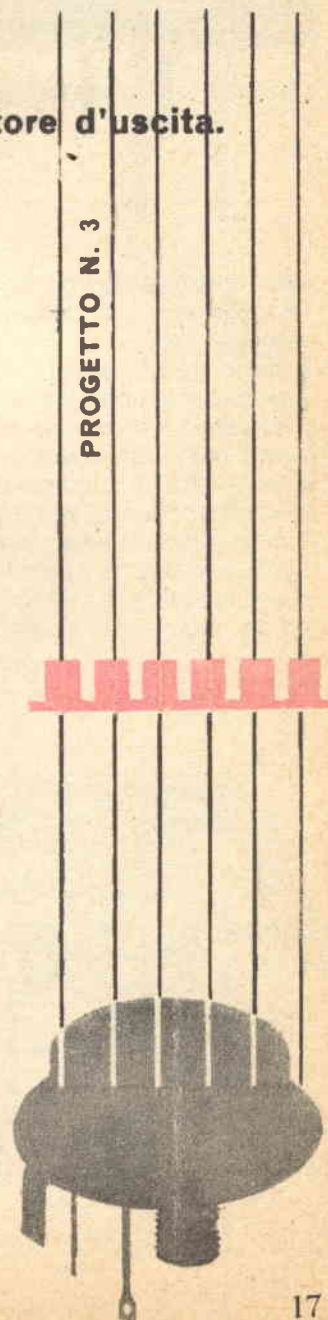
È stato possibile ottenere la bassa impedenza d'uscita necessaria per pilotare direttamente l'altoparlante senza perdite, collegando i due ultimi stadi a collettore comune: è noto che uno stadio a collettore comune è sostanzialmente un trasformatore di impedenza in discesa, ed i due stadi in cascata forniscono complessivamente la riduzione necessaria per passare dall'impedenza di uscita del TR1 a quella della bobina mobile dell'altoparlante.

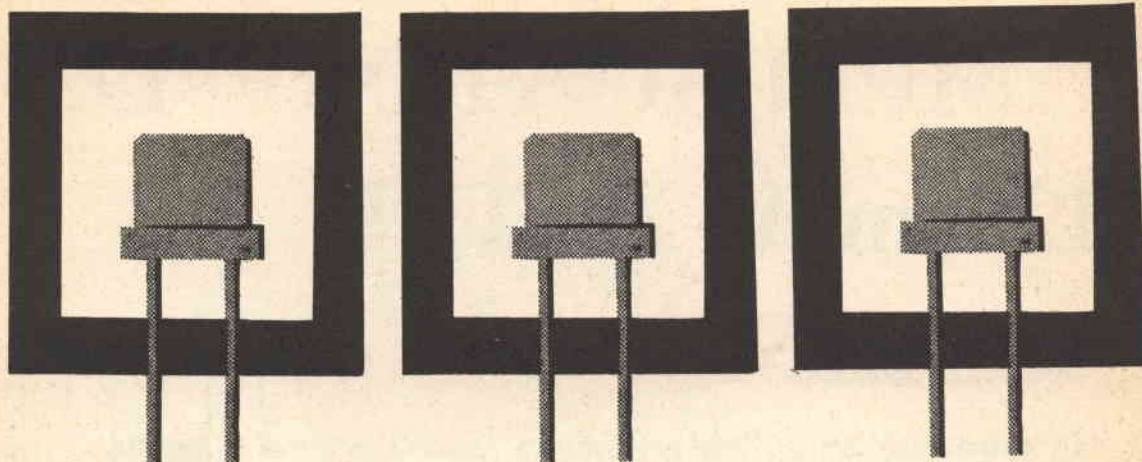
È importante per un buon funzionamento che il condensatore C3 abbia un perfetto isolamento, il che è dote generale dei condensatori di buona qualità, per esempio Philips o Ducati. Se risulta difficile il reperimento di un unico elemento da 1000 μ F a 9/12 volt di lavoro, possono essere usati due condensatori da 500 μ F, 9/12 volt di lavoro collegati in parallelo oppure quattro da 250 μ F.

I transistori TR2 e TR3 possono essere sostituiti con i più moderni AC128 della stessa Philips o altri modelli equivalenti, in questo caso, però, la resistenza R5 sarà da 820 Ω e la R6 da 33 Ω .

Il valore della R3, per l'uso con gli AC128 dovrà essere ricavata per tentativi, montando al suo posto un piccolo « trimmer » da 5K Ω .

È comunque utile usare un trimmer al posto del valore





fisso annotato, anche se si usano gli OC80 quali TR2 e TR3, allo scopo di ricavare le migliori condizioni di lavoro, caso per caso.

A parte questo accorgimento, non è necessaria nessuna operazione suppletiva di messa a punto.

Il montaggio di questo amplificatore non è critico e può essere realizzato disponendo le parti a piacere, o secondo le necessità di ingombro: se lo si desidera, anziché un unico altoparlante, se ne possono usare due di impedenza minore posti in serie: per esempio, nel prototipo si sperimentarono due diffusori IREL modello MW 20/215 $\times$ dalla impedenza di 8Ω ciascuno, che dettero sorprendenti risultati di musicalità, anche in grazia della pienezza della

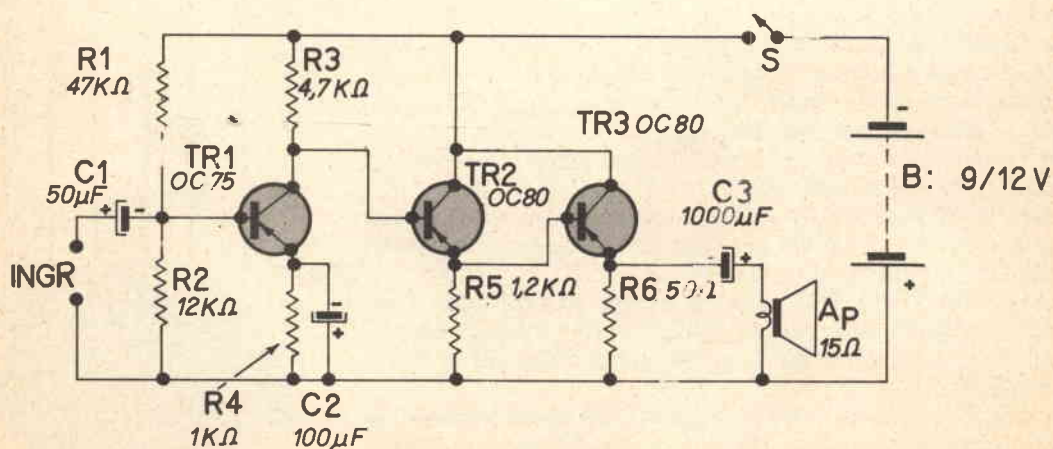
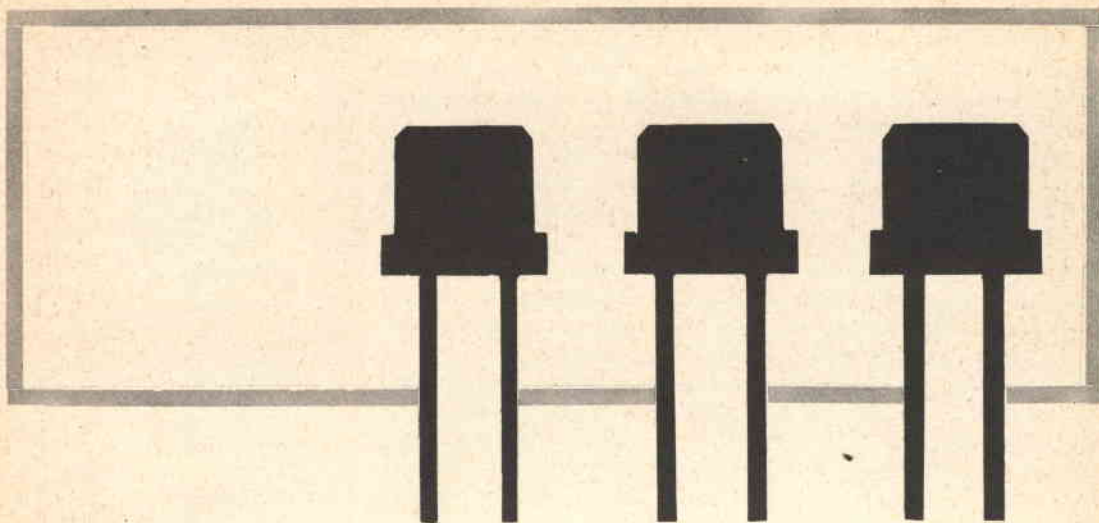


Fig. 5



amplificazione della banda audio del complessino, il cui responso ai bassi si estende al di sotto dei 30 Hz.

A differenza dai due precedenti esempi, questo amplificatore è adatto anche per piccole fonovaligie di discreta qualità: il controllo di volume, che non appare allo schema, può essere realizzato modificando l'ingresso dell'amplificatore rendendolo uguale a quello di fig. 3.

Se la cartuccia pick-up ha un'impedenza notevolmente più alta di quella di 5..... 10 K Ω prevista, si può ottenere un certo bilanciamento, a spese della massima potenza di uscita, inserendo una resistenza da 10 a 47 K Ω a seconda delle esigenze, fra il condensatore C1 e l'elemento riproduttore.

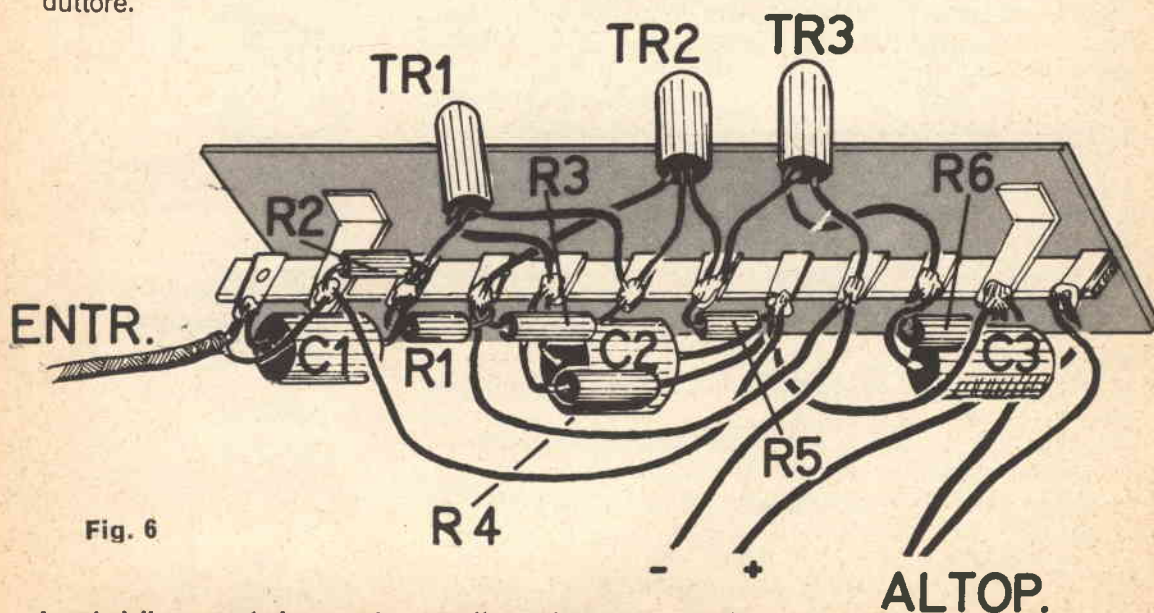


Fig. 6

I materiali per costruire questo progetto costano, al completo, L. 3900: vedere pag. 3.

PROGETTO N. 4

Il circuito che appare alla figura 7, è lo schema elettrico di un amplificatore di linea classica, munito di un preamplificatore a due stadi, di un pilota ed un finale push-pull funzionante in classe B.

Il tutto è disegnato con l'intento di ottenere delle prestazioni di rilievo, che pur non arrivando all'Alta Fedeltà, possano essere definite di « Buona qualità ».

Vediamo il circuito nei dettagli.

Dall'ingresso, il segnale di pilotaggio viene inviato, tramite C2, ad uno stadio preamplificatore equipaggiato da un transistor PNP di tipo 2G109, che è usato con l'emettitore a massa, onde ottenere il massimo guadagno.

La sorgente del segnale deve essere a bassa impedenza: trattandosi di un pick-up piezoelettrico, invece, ad esempio, si potrà usare una resistenza per bilanciare l'ingresso, come già detto nella descrizione del circuito precedente. Lo stadio 2G109 (TR1) è stabilizzato dal sistema di polarizzazione della base, ricavato dalla resistenza R1, che causa una notevole controreazione in corrente continua, essendo derivata direttamente dal collettore.

È da notare, a questo punto, il controllo di tono del complesso. Siccome la resistenza R1 è rappresentata da un potenziometro, il condensatore C1 può essere connesso fra la massa e qualsiasi valore intermedio o totale resistivo: ebbene, nella R1, oltre a scorrere la corrente continua, fluisce anche il segnale dal collettore, che è in opposizione di fase con quello connesso alla base del transistor che proviene dall'ingresso.

Supponendo che C1 non esistesse, il tutto si risolverebbe in una periodica controreazione mista cc/ca, che sarebbe utile per limitare la distorsione.

Però, C1, è presente e causa una controreazione « selettiva » che risponde diversamente alle varie frequenze dello spettro. Quando il cursore del potenziometro, cui C1 è connesso, viene spostato verso il collettore del TR1, le frequenze più alte dello spettro trovano una agevole via di fuga attraverso il condensatore, e non vengono più controreazionate, il che si traduce in una loro maggiore amplificazione che comunque è limitata dalla stessa dispersione data dal passaggio a massa.

Per contro, man mano che il condensatore viene « spostato » verso la base, la controreazione agli acuti entra in gioco, ed unitamente al fattore dispersivo che limita, causa una progressiva attenuazione delle frequenze più alte dello spettro.

Si ha, in definitiva, un controllo non brusco né limitato ai soli « sopracuti ».

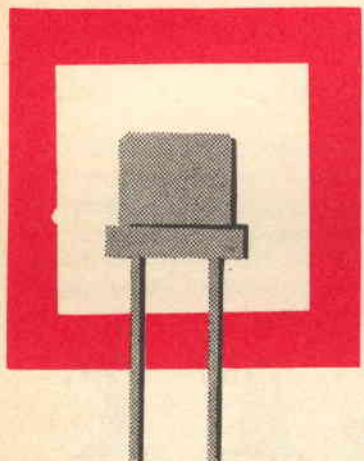
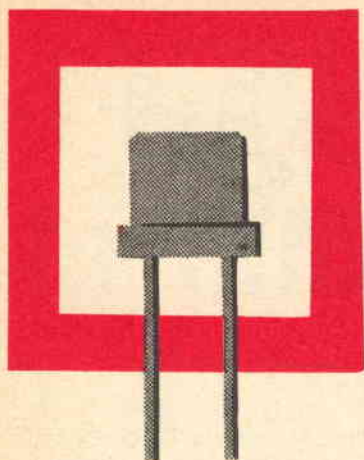
Dal collettore del TR1, il segnale amplificato giunge al successivo stadio per tramite del condensatore C3.

Lo stadio del TR2 è equipaggiato con un transistor NPN, di tipo 2T65 (giapponese) e di costruzione Sony.

Anche lo stadio del TR2 è stabilizzato con il sistema di controreazione le correnti continue tramite la resistenza R4. Dal collettore del 2T65, parte un condensatore accop-

AMPLIFICATORE da 250 mW

a cinque transistori



Un amplificatore classico, con transistori PNP ed NPN.

piato in serie ad una resistenza, che tornano sulla base del 2G109 del primo stadio.

La costante di C4 e R5 è studiata in modo da causare una certa attenuazione dei toni acuti e medi nella risposta totale dei due stadi TR1 e TR2, in modo che il preamplificatore risponda alla compensazione della curva d'incisione NARTB (NAB) molto diffusa come registrazione discografica e su nastri preparati.

Il complesso del preamplificatore, nelle condizioni esposte è altamente « silenzioso », infatti il fruscio dei transistori è minore di circa 60 decibel alla piena uscita ai capi del potenziometro R7 (circa 1,5 volt con 2,5 millivolt d'ingresso). Oltre al preamplificatore, ora descritto, il circuito comprende uno stadio « pilota » che è servito dal transistor TR3, di tipo 2T65, identico a TR2.

Questo stadio è di tipo classico: esso è polarizzato dal partitore di Tensione formato da R6 ed R8, in aggiunta al circuito R9 e C8 presente sull'emettitore.

Il carico del TR3, è costituito dal primario del trasformatore T1, ai capi del secondario del quale sono connesse le basi del push-pull finale di transistori 2T32.

Questi ultimi (TR4 e TR5) sono anch'essi di costruzione Sony ma, a differenza dei 2T65, si tratta di PNP che potremmo definire un'edizione migliorata del nostro comune OC72. Lo stadio finale non ha particolarità di rilievo: in aggiunta al partitore, per una migliore stabilità termica è presente in parallelo alla resistenza R10 un termistore a pasticca « S250 » che contribuisce attivamente a contrastare lo spostamento del punto di lavoro dei transistori, qualora la temperatura ambientale subisca un notevole incremento o diminuzione.

Le resistenze R12 ed R13 evitano il sovraccarico ed il surriscaldamento delle giunzioni in presenza di segnali molto ampi.

Il trasformatore T2 carica il push-pull finale.

Al secondario del T2 è connesso un altoparlante da 0,5 Watt e da 8 Ω d'impedenza.

L'esuberante potenza dell'altoparlante, serve a minimizzare la distorsione ed a migliorare il rendimento.

Un capo del secondario del T2 è a massa: all'altro capo la rete di contoreazione formata da C9 ed R14 raggiunge la base del TR3 onde migliorare la risposta di tutto il complesso « stadio pilota-stadio finale ».

I componenti di questo amplificatore non sono così comuni come quelli dei precedenti.

Infatti, nelle zone più sfornite di parti di ricambio, può accadere di non trovare i transistori, o i trasformatori. Visto che questo è, e vuole essere un manuale essenzialmente pratico, sarà doveroso elencare le fonti di reperimento; esse sono le seguenti:

per il transistor TR1 (2G109): SGS, Società Generale Semiconduttori, Milano (Agrate) e suoi depositi in tutta Italia. Per i componenti originali Sony, cioè i transistori 2T65 e 2T32, nonché per i trasformatori T1 (T1007) e T2 (T x008)



Però, a meno che il lettore non voglia fare dei tentativi per suo piacere o per approfondire il funzionamento dei singoli circuiti, è sconsigliabile la sostituzione delle parti visto che, già in sede di progetto, ogni valore è stato calcolato per ottenere il migliore compromesso fra la risposta, il guadagno, la minima distorsione e la massima potenza.



22

AMPLIFICATORE da 500 mW a 4 transistori

È completamente senza trasformatori, si presta a un montaggio miniatura.

Molto spesso, l'indirizzo dei progettisti è determinato dal costo dei componenti: è indubbio, che il largo uso di trasformatori di accoppiamento fra i transistori che si faceva fino a qualche anno fa, era causato dall'imperativo di usare il minor numero di transistori possibile ed ottenere un guadagno di potenza sufficiente, dato il costo dei semiconduttori. Oggi che un transistor industriale costa meno di cento lire, abbiamo assistito al fenomeno inverso, cioè al tentativo di eliminare del tutto i trasformatori dai circuiti transistorizzati, impiegando magari qualche transistor in più per adattare le impedenze o per supplire alle perdite di guadagno.

È indubbio che la tendenza attuale verrà perseguita anche in futuro, sia perchè i transistori dovranno costare ancora meno fino ad un minimo difficilmente prevedibile e sia pure perchè l'uso dei trasformatori comporta limitazioni nella banda passante, ingombro, peso, difficoltà di reperimento e costo.

Il « moderno » amplificatore transistorizzato evita quindi il trasformatore: nella figura 9 è presentato lo schema di un amplificatore quanto mai significativo, in questo senso: pur avendo un push-pull finale, in tutto lo schema l'unica traccia di avvolgimento è rappresentata dalla... bobina mobile dell'altoparlante.

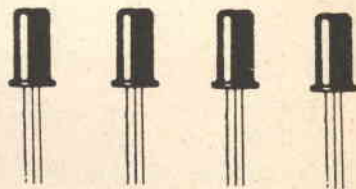
Il complesso è basato su quattro transistori: un preamplificatore (TR1), un pilota (TR2) uno stadio finale push-pull (TR3 e TR4).

Lo stadio pilota è del tutto classico e lineare: usa un OC75, la polarizzazione del quale è data dal consueto partitore sulla base e dal parallelo R-C ben noto, posto in serie all'emettitore.

La resistenza di carico dello stadio è anche quella di polarizzazione per il pilota (TR2) che è quindi direttamente connesso al precedente.

Dal collettore e dall'emettitore dell'AC125 pilota, tramite

PROGETTO N. 5



due condensatori (C3 e C4) è prelevato il segnale per il push-pull.

Quest'ultimo stadio è del tipo «alimentato in serie» che gli americani talvolta definiscono "Totem", nel quale un transistor è connesso a collettore comune e l'altro ad emettitore a massa.

L'impedenza d'uscita del complesso è sufficientemente

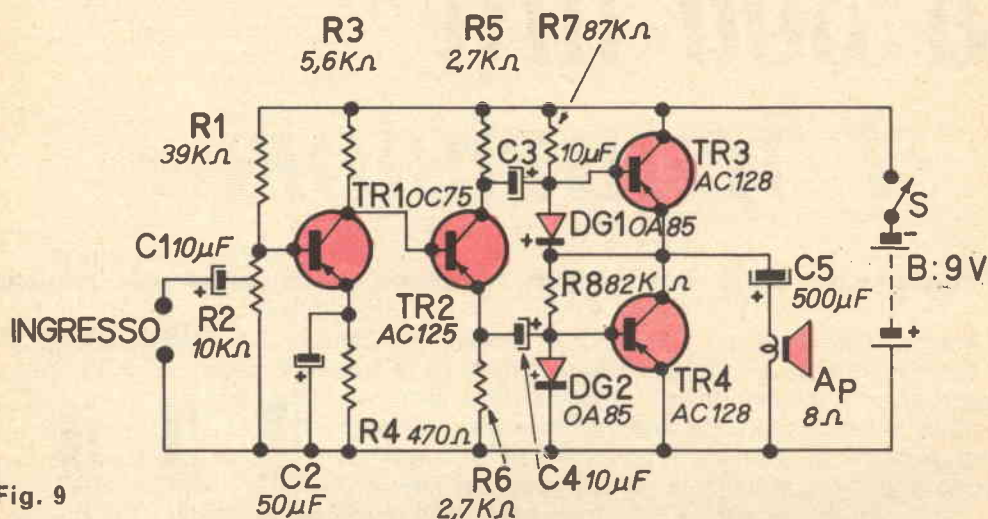


Fig. 9

bassa perchè sia possibile connettere direttamente come carico l'altoparlante, tramite un condensatore C5 di alto valore che ha il compito di arrestare la tensione continua che esiste nel punto di prelievo del segnale audio, e di far passare invece il segnale stesso.

Nello stadio finale è interessante notare la presenza dei due diodi al Germanio: DG1 e DG2.

Essi servono a limitare i picchi positivi del segnale di pilotaggio dei due transistori finali, cortocircuitando quelli di

ampiezza eccessiva che potrebbero causare distorsione, o peggio, mettere fuori uso le giunzioni dei TR3-TR4. Malgrado l'assenza di un qualsiasi trasformatore, l'accoppiamento fra i quattro transistor è assai buono: ne è testimone l'efficienza di questo piccolo amplificatore che ha prestazioni pari o superiori a quello di linea classica progettato attorno ad un pilota munito di trasformatore di accoppiamento e di un push-pull con trasformatore d'uscita. Anche la distorsione non è superiore al dieci per cento, così che la banda passante si mantiene accettabile. L'utilizzazione ideale di questo amplificatore si presenta ove si richieda una buona potenza media e non si abbia a disposizione che uno spazio ridotto: infatti, in grazia della piccolezza di tutti i componenti, è possibile montare il complesso in uno spazio che non eccede i dieci centimetri cubi: press'a poco quello occupato da un medio trasformatore di uscita!

I materiali per costruire questo progetto costano, al completo, L. 5400. Vedere pag. 3.

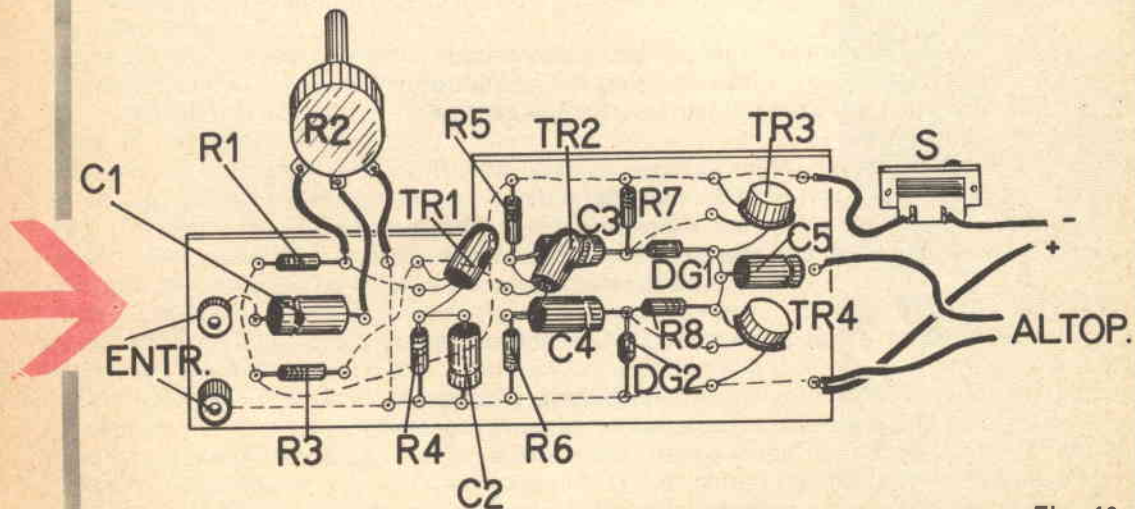
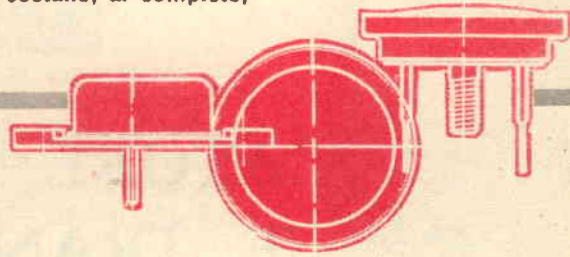
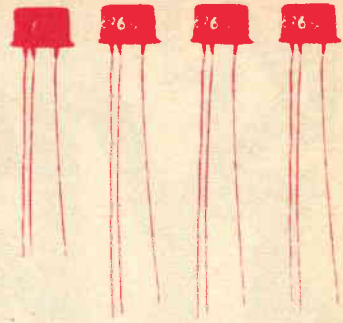


Fig. 10



PROGETTO N. 6

Ecco un'applicazione del moderno circuito "OTL".

AMPLIFICATORE DA 750 mW A CINQUE TRANSISTORI

Un circuito che è a mezza via fra il classico « due trasformatori » e l'amplificatore senza trasformatori, è il cosiddetto « OTL » dall'inglese Output Transformer-less: ovvero, « senza trasformatore d'uscita ».

L'OTL, che rappresenta un ottimo compromesso, offre il perfetto bilanciamento dello stadio finale dato dalla presenza del trasformatore pilota; ed elimina la limitazione della potenza di picco, la compressione della banda passante, il costo, l'ingombro, il peso del trasformatore d'uscita.

Un esempio moderno di un amplificatore OTL è dato dalla figura 11.

Si tratta di un complesso previsto per funzionare pilotato da un segnale ad alta impedenza (proveniente da un microfono piezoelettrico o una cartuccia piezo - ceramica) e per fornire 750 mW circa su di un carico di $5\ \Omega$ d'impedenza. All'ingresso, possono essere collegati generatori che forniscono una tensione di 4-5 millivolt su di una impedenza che può variare da $500-700\text{K}\ \Omega$ a $1-1,2\text{M}\ \Omega$ e pertanto, anche

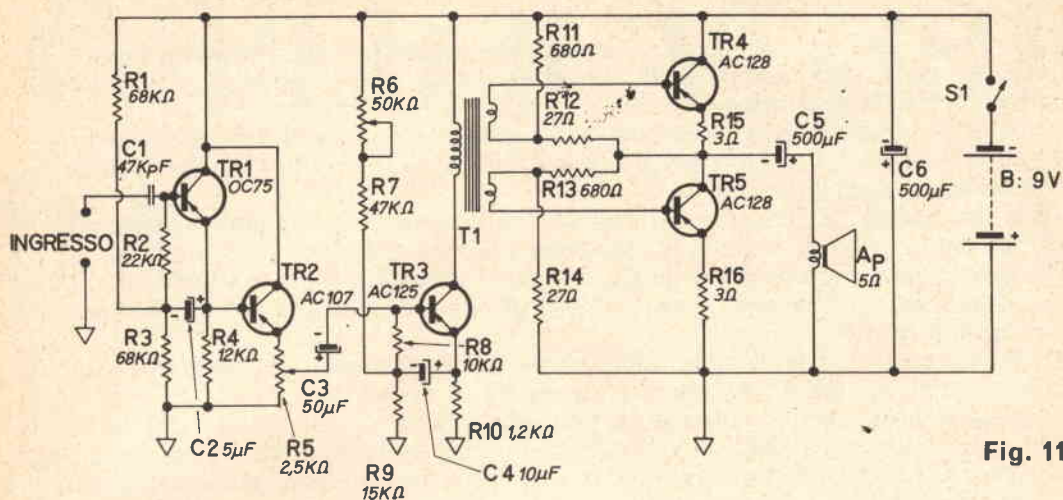


Fig. 11

le cartucce eroganti il più modesto segnale, anche i microfoni più « deboli » possono essere usati.

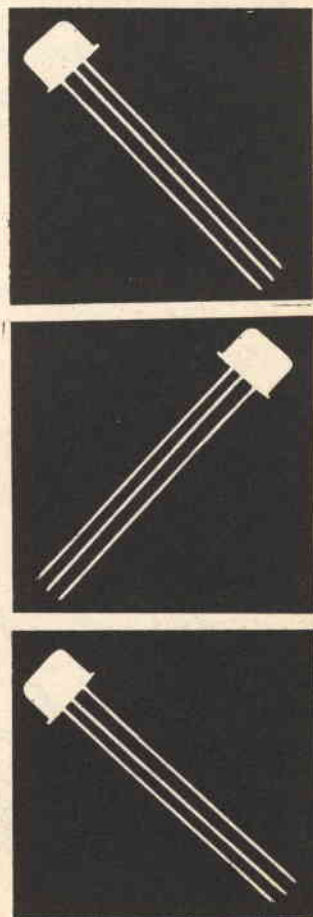
L'ingresso di questo amplificatore è costituito da una coppia di transistori PNP, il primo OC75 ed il secondo AC107, connessi « in serie » per ottenere l'elevamento dell'impedenza fino ai valori detti, pur senza rinunciare al guadagno in potenza nei confronti del segnale da amplificare.

Nel « tandem » in esame, malgrado che sia presente una forte controreazione in corrente continua che ha una funzione stabilizzatrice, e malgrado l'elevata impedenza d'ingresso raggiunta, i due transistori preamplificatori danno un guadagno di venti decibel minimo, dipendente dal rispettivo hfe.

Il segnale all'ingresso, convertito su di una impedenza bassa, ed amplificato, lo si ricava ai capi della R5 (in serie all'emettitore dell'AC107) che è un potenziometro che ha la funzione di regolatore di volume.

Attraverso il cursore e il condensatore C3, il segnale audio arriva allo stadio pilota, nel quale è impiegato un AC125 (TR3). Lo stadio del TR3 è polarizzato da un particolare particolare (nel quale R6 funge da elemento variabile e regolabile caso per caso) ed ha una controreazione in corrente alternata applicata tramite il condensatore C4, il quale, essendo collegato fra il lato caldo della resistenza di emettitore ed il partitore della base, permette il ritorno di una parte della tensione-segnale con una conseguente modesta perdita di guadagno, ma con un notevole incremento nella linearità, nella ampiezza di banda passante e nella stabilità del punto di lavoro dello stadio.

Il carico del TR3, è costituito dal primario del trasformatore T1 il quale è del modello PK 50647, costruito dalla Philips per il servizio su amplificatori OTL.



Il trasformatore PK 50647, ha due secondari, a ciascuno dei quali fa capo il circuito di base di uno dei due transistori AC128 finali.

Come si è già visto nel precedente schema, anche in questo i due transistori finali lavorano in serie nei confronti della alimentazione: il TR4 è collegato a collettore comune, il TR5 a emettitore comune.

I circuiti di polarizzazione delle basi sono indipendenti: per il TR4, le resistenze R11 ed R12 formano il solito partitore: per il TR5 sono invece R13 ed R14 a determinare l'esatta polarizzazione.

Anche in questo amplificatore, il segnale da inviare all'altoparlante viene prelevato al centro di due transistori, mediante il condensatore di blocco per la cc., in questo caso è rappresentato da C5, che nello schema è segnato da 500 μ F, anche se può essere utilmente portato a 1000 μ F, per non perdere nel trasferimento i segnali più bassi.

Le considerazioni generali sulla disposizione dei componenti, già dette per il penultimo complesso esaminato, sono valide anche in questo caso.

È da aggiungere che la notevole dissipazione cui sono sottoposti i transistori finali può facilmente riscaldare questi ultimi e che, pertanto, è buona norma prudenziale munirli delle alette di raffreddamento che la stessa Philips produce (numero di catalogo: 56200).

Il consumo dell'amplificatore prototipo raggiungeva i 170 mA (circa) a piena potenza, mentre era ridotto a soli 22 mA in assenza di segnale.

Riguardo ai maggiori componenti, ogni nota interessante è già stata espressa: resta da dire che le resistenze R11-R12-R13-R14 dovrebbero essere a bassa tolleranza, almeno al 5%; i due transistori finali, se possibile, dovrebbero essere una coppia preselezionata.

I materiali per costruire questo progetto costano L. 6000 al completo: vedere pagina 3

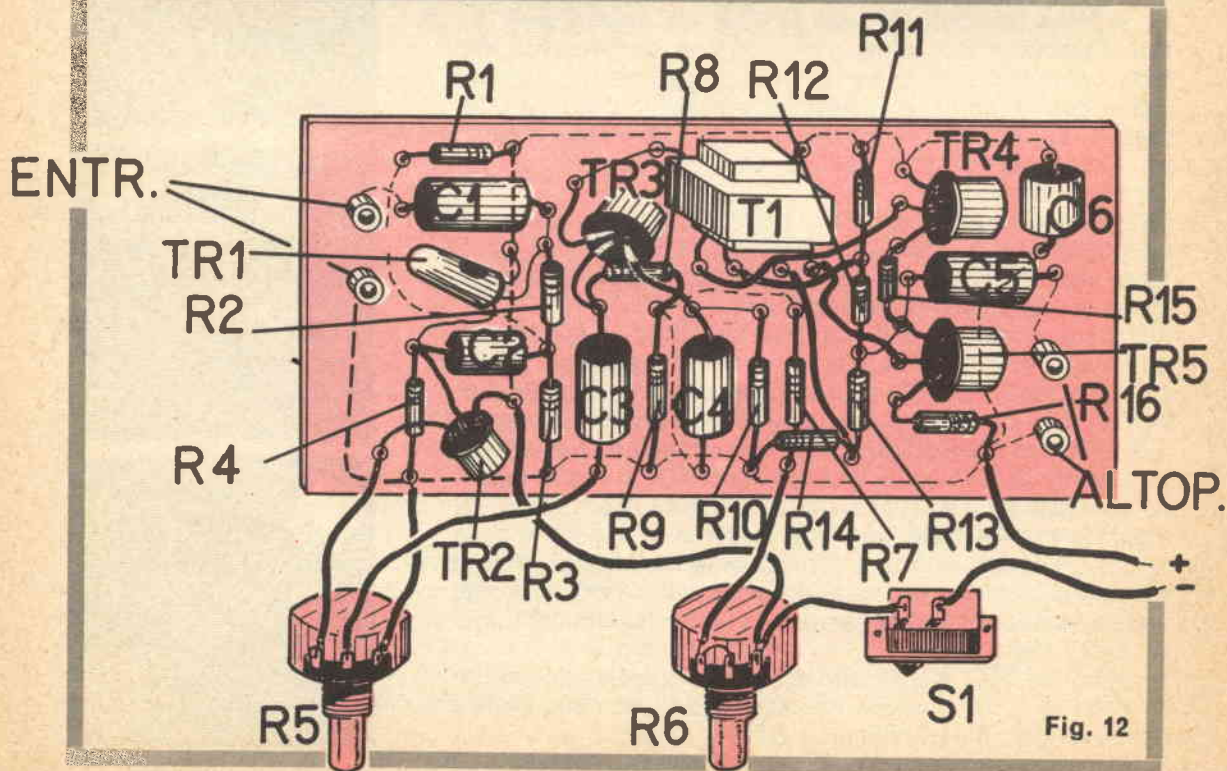


Fig. 12

AMPLIFICATORE DA 750 mW A TRE TRANSISTORI

Vecchio sì: ma sempre utile ed interessante.

Il lettore esperto di circuiti transistorizzati, avrà notato che per quanto è stato possibile, i circuiti finora presentati rivestivano anche il pregio di una certa originalità.

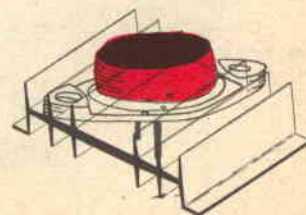
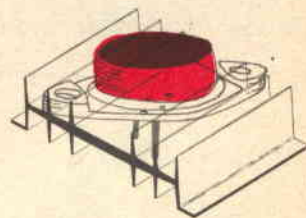
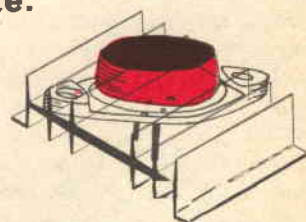
L'amplificatore descritto in queste note, invece, non si può certo dire originale: più o meno elaborato, è stato pubblicato negli articoli di una infinità di pubblicazioni, ed è conosciuto da molti amatori.

Ciò, comunque, nulla toglie alla flessibilità del circuito, ed allo straordinario rapporto « semplicità/potenza » di cui è dotato. Per questa ragione, e per l'utilità che il complesso può presentare nelle realizzazioni sperimentali degli amatori, anche se ben noto, lo si è voluto ugualmente includere in questa selezione di progetti.

Il complesso in discussione è dotato di tre soli transistori di quattro resistenze, un potenziometro e due condensatori: ciononostante eroga ben 750 milliwatt all'altoparlante (che rappresenta il carico del finale) qualora all'ingresso sia presente un segnale di 1,2 volt.

Lo schema elettrico dell'amplificatore appare nella figura 13. Dei tre transistori impiegati, il TR1 è connesso come amplificatore ad alto guadagno con l'emettitore a massa, ed i due seguenti sono uniti nella classica connessione di Darlington, e possono essere considerati un unico transistor che ha il guadagno del primo moltiplicato per quello del secondo e la potenza d'uscita di quest'ultimo.

È da aggiungere, che il TR2 ha anche l'importante funzione di adattamento di impedenza facendola « scendere » dal



PROGETTO N. 7

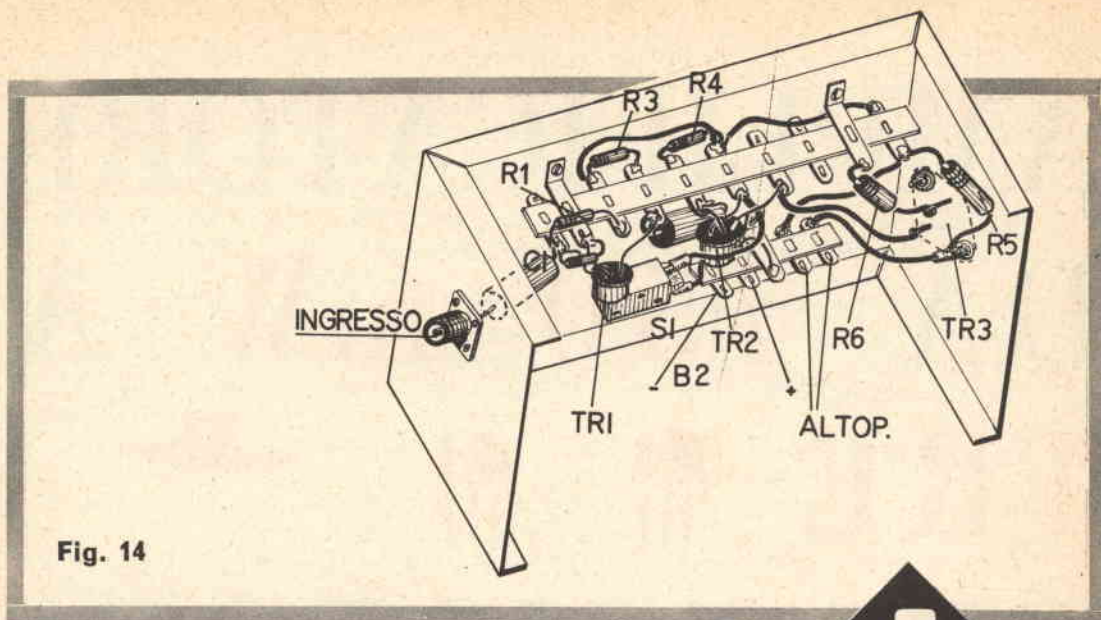


Fig. 14

valore del carico del TR1, ove è media, a quella della base del TR3 ove è bassissima, intorno ai $30\ \Omega$.

Un punto di rilievo del circuito in questione, è la sua estrema elasticità nell'accettare componenti diversi da quelli per cui è progettato: ci si riferisce in particolare ai transistori. Infatti, sebbene nello schema siano indicati i modelli AC126 per il primo ed il secondo stadio, e l'OC26 nel terzo, il complesso funzionerà altrettanto bene se si useranno dei modelli simili: per esempio l'OC72 oppure l'OC79 o i vari 2N109, 2N192, 2G270, 2G271, nei primi due stadi, ed i tipi a grande dissipazione come il 2N301/A oppure i paralleli THP47, OC24, 2N250, 2N256, nell'ultimo.

Anche i valori resistivi indicati possono variare del venti per cento in più o meno, senza che il rendimento vari di molto.

Un'altro dato assai favorevole relativo a questo circuito è

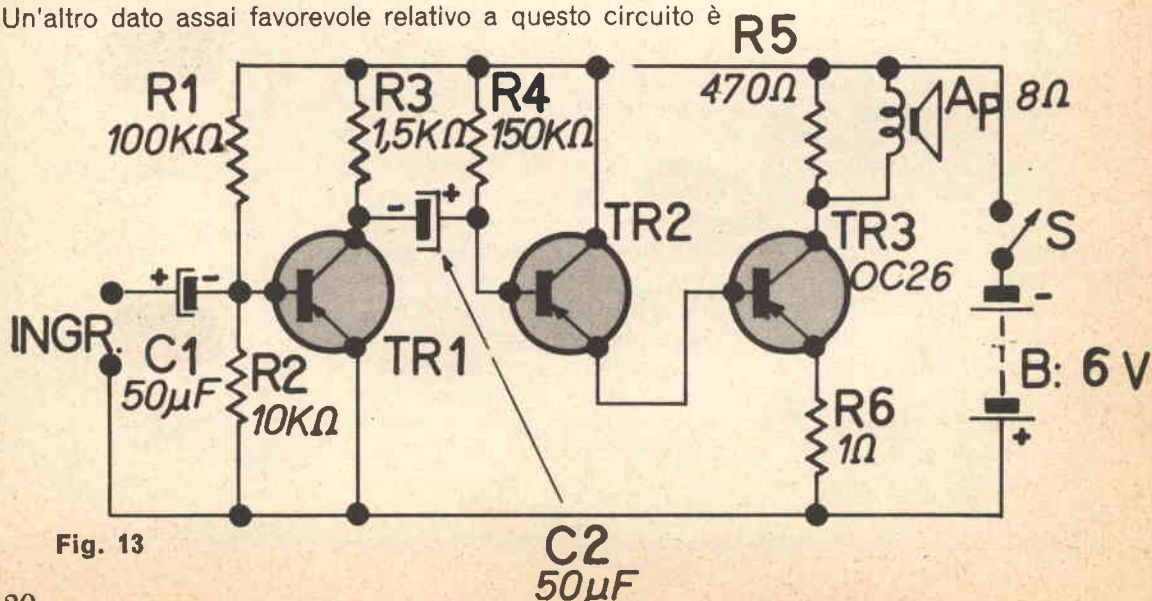
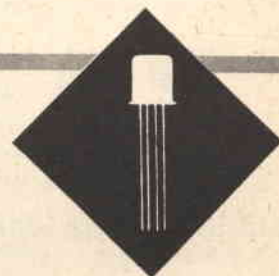
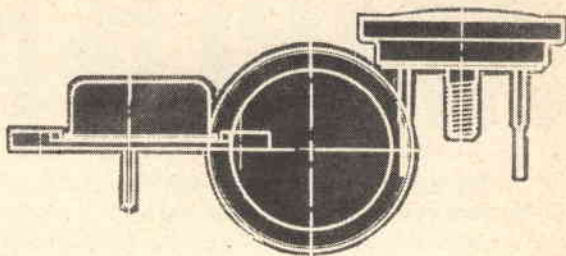


Fig. 13



che, pur nella sua semplicità, esso permette l'amplificazione di una banda assai larga.

Il campione prototipo, così come è schematizzato, «passava» senza attenuazione i segnali compresi fra 70 e 10.000 HZ circa.

Eliminando l'OC26 finale, e sostituendolo con transistori di migliori prestazioni, come l'ASZ18 oppure il 2N502/A, il responso appariva notevolmente allargato negli acuti, giungendo addirittura verso gli ultrasuoni, misurato su di un carico resistivo.

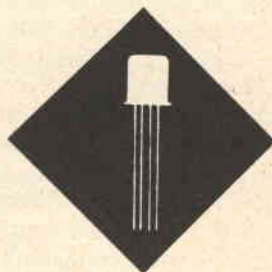
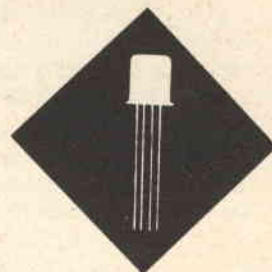
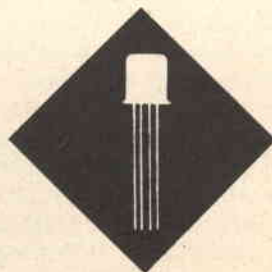
Questo amplificatore è quindi assai duttile; usato da solo, o combinato con altre parti può fungere da megafono, modulatore, canale stereo aggiuntivo, interfonico, signal tracer ecc. ecc. Una sola grave lacuna, si può imputare al circuito: il consumo molto elevato.

Infatti, dato che il TR3 lavora in classe «A» normale, con o senza segnale, l'amplificatore assorbe poco meno di 0,3 Ampère. Per questa ragione, è strettamente necessario munire il transistor finale di un adeguato radiatore, ad evitare che esso venga distrutto dal calore che esso stesso produce a causa della forte dissipazione.

Le soluzioni costruttive, per questo apparecchio, saranno pertanto basate sulla disponibilità di uno chassis, o di un contenitore metallico sul quale il TR3 sarà montato.

Il prototipo di questo amplificatore era costruito entro una vecchia scatola di lamierino dalle dimensioni di cm $12 \times 7 \times 3,5$. Il circuito non abbisogna di alcuna messa a punto: però è possibile operare molte prove per ottenere il più alto rendimento nel caso specifico: per esempio regolare il valore della R4, fino ad ottenere la minima distorsione e la massima potenza; ciò vale anche per la R1, che potrebbe essere regolata per tentativi, nell'intento di ottenere il massimo guadagno possibile dallo stadio preamplificatore.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 3800 al completo. Vedere pag. 3.



Quasi l'ideale per i piccoli impianti "quasi HI-FI" domestici

AMPLIFICATORE

Molti progettisti, ritengono superato il finale in classe « A » nelle apparecchiature transistorizzate, a causa del consumo continuo che questo tipo di stadio d'uscita impone, sia esso pilotato dal segnale o a riposo.

L'argomento è ben valido quando si parla di apparecchiature autonome, per l'uso portatile, che devono essere alimentate con pile o accumulatore: la sua importanza, invece, cade allorché lo stadio in classe « A » sia previsto per apparecchiature alimentate indirettamente dalla rete, per uso non mobile, come potrebbe essere la parte audio di un ricevitore « consolle » o un piccolo impianto « HI-FI » per abitazioni.

La considerazione è valida per presentare un altro (il penultimo) degli amplificatori audio: si tratta, questa volta, di un complesso progettato molto accuratamente per l'impiego come riproduttore HI-FI « secondario » da usare in locali non troppo ampi, per un ascolto di qualità dei dischi. L'amplificatore ha una potenza massima di quasi due Watt, ma usato a circa 1,5 Watt consente una riproduzione pochissimo distorta ed il passaggio di una larghissima banda: entro i classici « 3db » la banda passante va da 40HZ ad oltre 12.000 HZ, mentre la distorsione totale, alla potenza d'uscita di 1,5 Watt, non eccede il 5%.

Lo schema appare nella figura 15; chi desidera un impianto Stereo, può costruire due esemplari dello stesso circuito, ottenendo così un complesso dalle buone caratteristiche, e della potenza di 1,5 + 1,5 Watt.

Esamineremo ora le particolarità del progetto.

Per ottenere un bilanciamento all'ingresso della alta impedenza delle cartucce piezoelettriche o ceramiche che sono previste per lavorare insieme all'amplificatore è presente in serie al segnale la resistenza R1.

Ad essa segue il controllo di volume (R2) dal quale l'audio viene inviato alla base del primo transistor per tramite del condensatore C1.

A monte della resistenza di carico R6, il segnale amplificato viene in parte retrocesso attraverso il circuito equalizzatore formato da R7, R5, C2 e C3.

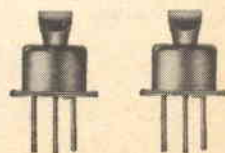
La funzione del C3 è di limitare la compressione delle frequenze più alte dello spettro, così come quella del C2 è di dare una certa esaltazione ai toni bassi.

Il controllo di tono, molto efficace, è realizzato dal potenziometro R5 che modifica il grado di controreazione applicato agli acuti ed ai toni medi.

In serie all'emettitore del primo transistor è presente il solito circuito di stabilizzazione, costituito dalla R9 e dal C5: fra questi ed il transistor è presente la resistenza non

da
1.5
watt

**A
CINQUE
TRANSISTORI**



PROGETTO N. 7

shuntata R8, che provoca una certa controreazione fissa, che migliora il responso dello stadio ed innalza l'impedenza d'ingresso.

Il segnale, amplificato da questo stadio, è applicato tramite il condensatore C4 al successivo, ove opera il secondo transistor (TR2), anch'esso un 2G109 come il precedente.

Questo secondo stadio è classico, e come unica particolarità, ha un circuito equalizzatore posto sull'emettitore, che tende a dare un buon incremento all'amplificazione dei lati esterni della gamma, comprimendo leggermente le frequenze centrali dello spettro.

Oltre al condensatore di accoppiamento C6, il segnale audio amplificato incontra ancora un circuito equalizzatore, costituito da R15 e C8.

Da questo, il segnale si trasferisce allo stadio pilota, nel quale è usato un transistor 2G271 (TR3).

Anche se oggi giorno la produzione dei transistori è alquanto più uniforme che pochi anni addietro, in una stessa serie è arduo trovare dei transistori che abbiano delle caratteristiche esattamente uguali.

Per questa ragione, invece di calcolare il partitore che alimenta la base del TR3 per un buon « center design » e

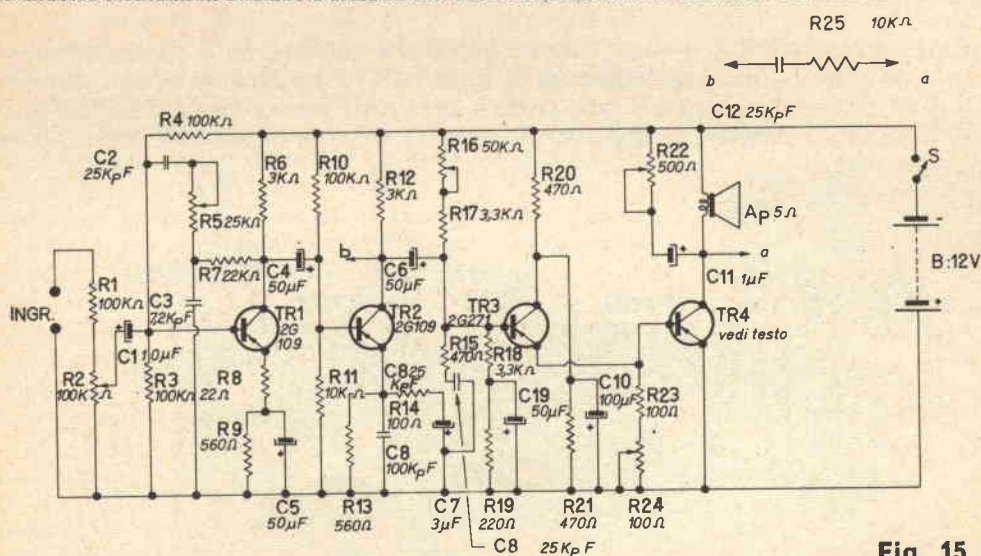


Fig. 15

riportare i valori fissi ricavati, in sede di progetto, in omaggio alla ricerca della migliore qualità possibile, si è preferito dotare il circuito di un elemento semifisso, da regolare caso per caso fino ad ottenere i migliori risultati.

Questo elemento semifisso, è la resistenza R16, che sarà un trimmer da aggiustare fino ad ottenere le migliori prestazioni di linearità e potenza.

Lo stadio pilota è accoppiato al finale secondo il circuito

di Darlington. TR3 è quindi connesso a collettore comune, e le due resistenze R20 ed R21 non servono come carico, ma solo a fissare il punto di lavoro per il transistor. Il condensatore C10, con la sua grande capacità, ha il compito di fugare a massa il segnale sul collettore, rendendo questo ultimo « freddo ».

Il transistor finale, nel prototipo è un 2N502/A, veramente ottimo, della Texas Instruments che lavora in circuito assai sottocaricato, visto che può sopportare una dissipazione quasi decupla di quella richiesta dalla nostra funzione. In sede sperimentale, al posto del 2N502/A, furono connessi diversi altri transistori: le migliori prestazioni si ebbero dai seguenti modelli, tutti consigliabili come eventuali sostitutivi: 2N1553/A, ASZ17, ASZ18, 2N251 2N376/A.

Nel circuito di base del transistor TR4, è appositamente presente il reostato a filo R24, regolando il quale si possono trovare le condizioni ottime, per ciascuno dei transistori elencati.

Chiuderemo l'analisi del circuito, indicando al lettore il circuito di controreazione costituito da C12 ed R25, che parte dal collettore dell'ultimo transistor, e raggiunge il TR2. È da notare che il filtro posto in parallelo all'altoparlante (C11 ed R22). Esso serve principalmente ad adattare le caratteristiche dei diversi diffusori all'uscita dell'amplificatore. È in grazia di questo circuito che non è strettamente necessario l'uso di un determinato altoparlante di una ben precisa marca, ma possono essere usati altoparlanti di qualsiasi tipo purchè di buona qualità, previsti per una potenza di almeno 3 Watt (meglio se cinque Watt) e dotati di una espressione a banda larga, in modo da poter sfruttare le buone caratteristiche dello amplificatore.

Per ottenere le migliori prestazioni dal complesso è necessario regolare i « trimmer » con la massima cura e pazienza. Si inizierà da R24, il quale dovrà essere aggiustato per ottenere una corrente massima di 700 milliampère al collettore dello stadio finale, in presenza di segnale.

Quindi andrà regolato R22, e questo per un giusto allargamento della banda passante, che non deve denunciare una preponderanza di acuti, nè « l'assordimento » degli stessi. Infine, R16, che all'inizio delle prove era stato posto a circa metà corsa, deve essere ruotato lentamente, tentando di ottenere il responso più ampio e privo di distorsione che sia possibile.

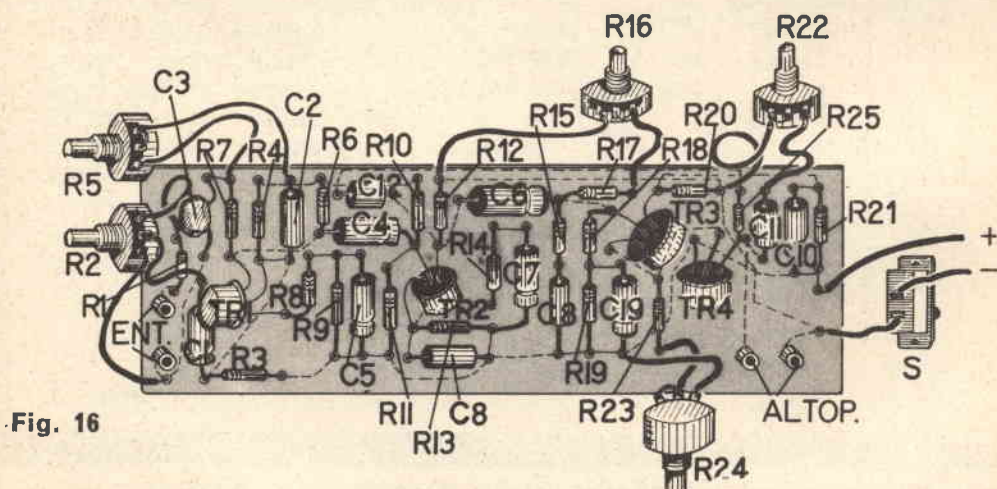


Fig. 16

Evidentemente, chi possiede un generatore audio, un misuratore d'uscita ed un oscilloscopio, può realizzare una messa a punto più perfetta di quella « a orecchio » ora descritta: però anche empiricamente si possono già ottenere buoni risultati.

La batteria da 12 volt segnata allo schema, è evidentemente indicativa: il lettore potrà studiare facilmente un alimentatore della rete adatto a questo amplificatore, impostando un rettificatore a ponte, un trasformatore riduttore ed un buon filtraggio.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 6500 al completo. Vedere pagina 3.

AMPLIFICATORE "HI-FI" DA 6 WATT A TRANSISTORI

Un potente complesso di ottima fedeltà.

Un tempo, i transistori di potenza avevano una frequenza di taglio molto bassa: i primi esemplari che potevano reggere forti correnti, si avvicinavano già al guadagno ridotto all'unità, solo a frequenze di 2-5 KHZ.

In queste condizioni, pertanto, era assurdo parlare di complessi HI-FI transistorizzati, dato che l'HI-FI pretende una ragionevole potenza unita ad una completa riproduzione indistorta dell'audio fino al limite superiore dell'audibilità, che supera i 20KHZ, o meglio, è stimato a questa frequenza. Migliorando la tecnica costruttiva, sulla scorta della continua esperienza, molti produttori sono riusciti ad ottenere dei modelli di transistori che erogano decine di Watt su segnali di milioni di Hertz, producibili in serie senza difficoltà. Quindi, oggi si può ragionevolmente impostare il progetto di «seri» amplificatori HI-FI allo stato solido, potenti, lineari, ed a larga banda.

Un esempio di amplificatore quasi HI-FI di una certa potenza, molto adatto alla realizzazione da parte di amatori e sperimentatori, verrà ora descritto.

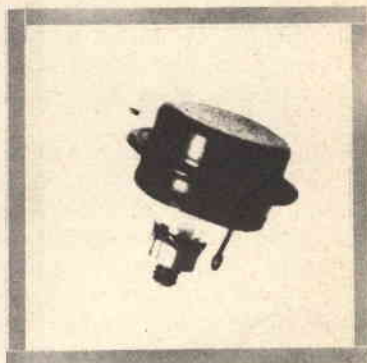
Il circuito che appare nella figura 17 usa quattro transistori: uno stadio pilota assemblato sullo schema di Darlington, che impiega i transistori TR1 e TR2, ed un finale push-pull «OTL» ovvero senza trasformatore d'uscita, che si avvale dei transistori TR3 e TR4.

Questo complesso, può erogare agevolmente una potenza di 6 Watt al carico, con una distorsione massima del 3%, ed ha una banda passante che si estende da 100 HZ ad oltre 15.000 HZ, entro i classici 3 decibel.

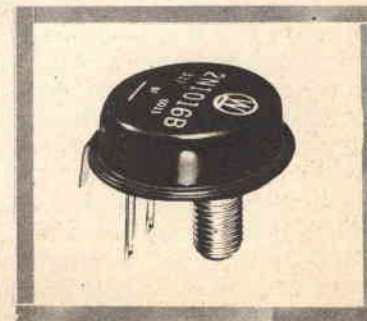
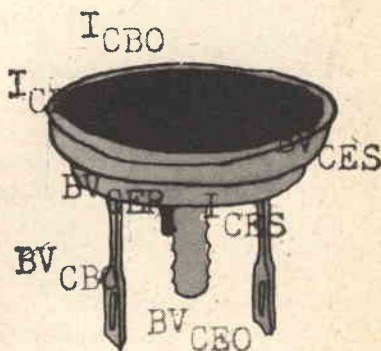
Si può aggiungere che con una rete di controreazione totale opportunamente studiata, e con un trasformatore pilota costruito con tecniche più raffinate di quelle descritte, la distorsione totale può scendere a meno dell'uno per cento, mentre la risposta può salire verso i 50 KHZ: i lettori più esperti possono sperimentare «in proprio» queste migliorie, fino a raggiungere i risultati detti, che pongono il circuito presentato alla pari con alcuni complessi HI-FI di produzione industriale. Ciò premesso, passiamo direttamente al commento dello schema.

Iniziamo dallo stadio pilota.

L'impedenza d'ingresso dell'amplificatore è bassa, dato che è previsto un preamplificatore ad alta fedeltà munito di transistori: lo stesso preamplificatore comprenderà i controlli dei



PROGETTO N. 9



bassi e degli acuti, nonché il volume e l'equalizzatore; pertanto, il nostro circuito è del tutto sprovvisto di tali compensatori e controlli.

Il segnale proveniente dall'ingresso, è trasferito tramite il condensatore C1 alla base del primo transistor amplificatore, il TR1; questi, è connesso a collettore comune, per un migliore adattamento con il transistor successivo, e per ottenere una più elevata impedenza d'ingresso.

La resistenza di emettitore del TR1 (R3) non è by-passata da alcun condensatore: ciò provoca una considerevole reazione negativa nello stadio, che minimizza la eventuale distorsione dell'audio.

Direttamente all'emettitore del TR1, è connessa la base del TR2: il che produce un ottimo adattamento fra i due stadi, ed un trascurabile sfasamento del segnale.

Il carico del TR2, è rappresentato dal primario del trasformatore T1: questo, ha due secondari distinti, ciascuno dei quali pilota uno dei due transistori finali.

Il finale push-pull, come è stato detto, non ha trasformatore d'uscita: tale configurazione, pertanto, evita l'uso di un componente costoso, ingombrante e difficile da approvvigionare.

La scelta delle correnti e delle tensioni che giocano nello stadio finale, rendono i parametri finali favorevoli all'adozione di un carico medio di 10 ohm; esso sarà rappresentato da un altoparlante di potenza adeguata, che potrà avere un'impedenza compresa fra 8 e 12 ohm. Lo stadio finale è alimentato in serie, come quello dell'amplificatore di figura 9, ed ha i medesimi pregi: funzionamento in classe «B» pura, che assicura un'alta efficienza, ed una ridotta inclinazione ad andare fuori caratteristica per cause termiche, grazie alla modesta dissipazione media. È da notare, a questo punto, che appare necessario per questo circuito un particolare alimentatore che eroghi separatamente il positivo ed il negativo, con uno «zero» centrale di riferimento: l'alimentatore è schematizzato accanto all'amplificatore, dato che non è d'uso generico.

In sede di progetto, è stato scelto un punto di riposo (consumo in assenza di segnale) di 50 milliampère per lo stadio finale. Detto parametro è regolato dal valore delle resistenze R9 ed R10.

Le resistenze di emettitore R7 ed R8, servono a contrastare la deriva termica: in sede sperimentale, al loro posto furono impiegate due lampadine a bassa resistenza, che hanno un comportamento parallelo nei confronti dell'aumento di corrente: però, la soluzione non appare conveniente in pratica, per la difficoltà di trovare in commercio nei centri meno forniti lampade adatte, e per la facilità di fusione del filamento in presenza di segnali transienti di forte intensità. In definitiva, l'esame dello stadio finale nei confronti della temperatura, così come è disegnato, dimostra che si ottiene una buona stabilità di funzionamento fino a temperature ambientali dell'ordine dei quaranta gradi centigradi, il che è sembrato sufficiente al progettista.

Come è intuibile, i circuiti R-C che sono in parallelo alle resistenze di polarizzazione (C3-R11 ed R12-C5) non hanno alcuna funzione riguardo alla limitazione delle correnti, ma servono invece a linearizzare lo stadio finale nei confronti della banda passante.

Una nota, che non può mancare d'interessare lo sperimentatore è che, alimentando con una doppia tensione di 15 volt, positivi e negativi, l'amplificatore, si può ottenere una potenza di uscita che si approssima ai 10 Watt, con un lievissimo sacrificio della linearità. Ciò è una ulteriore riprova della stabilità del complesso e della «centratura» del progetto nei confronti dei diversi parametri.

La costruzione di questo amplificatore non cela gravi difficoltà; i transistori finali, logicamente, dovranno essere montati su di un adeguato radiatore, che avrà un'area almeno di 100 centimetri quadrati, ed i componenti vari non dovranno essere connessi tramite collegamenti tanto lunghi che possano assumere capacità parassite tali da limitare il responso verso le frequenze più alte.

Agli effetti pratici, sarà pertanto più interessante per il lettore l'esame dei principali componenti usati nella costruzione del prototipo, che possono essere scelti tali o equivalenti, da parte del lettore che voglia duplicare la realizzazione.

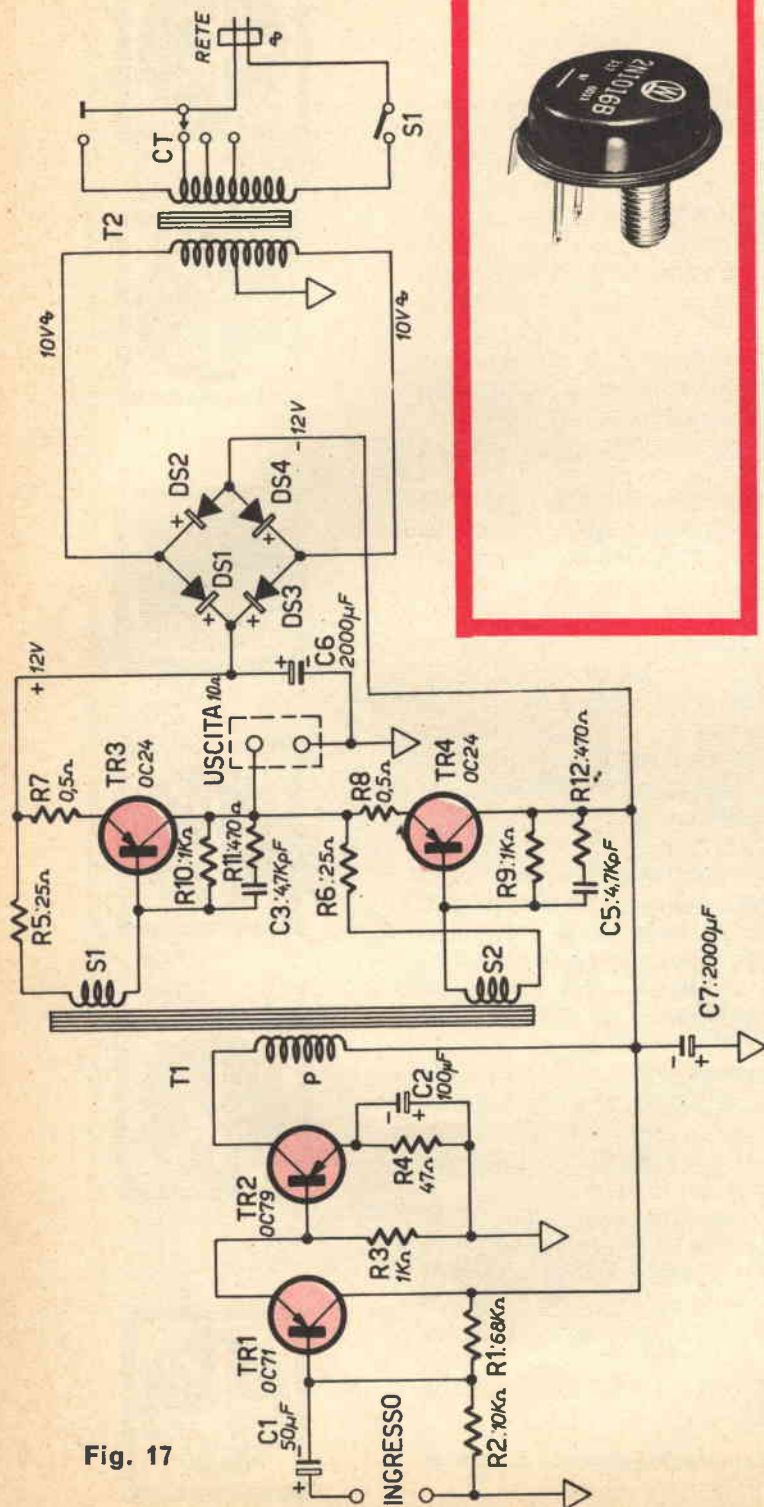


Fig. 17

Le resistenze R1-R2-R3-R4-R11-R9, sono tutte da mezzo Watt, al dieci per cento di tolleranza.

Le resistenze R5-R6-R9-R10 sono da un Watt, al dieci per cento di tolleranza.

Le resistenze R7 ed R8 sono realizzate collegando in parallelo, per ciascuna, due resistenze da 1Ω , mezzo Watt. I condensatori C6 e C7, hanno una capacità elevata: $2000\mu F$ a 15 volt di lavoro.

Elementi del genere sono oggi di comune impiego per molti circuiti transistorizzati, sia in elettronica industriale, sia per impianti interfonici, amplificatori, temporizzatori ecc. Nel prototipo sono usati due condensatori costruiti dalla « Uranio » di Bologna, che a distanza di mesi non hanno dato alcun fastidio.

Altre case producono condensatori di questa capacità, anche se più costosi: fra queste la Ducati, la Microfarad, la Philips, la Facon. Pertanto, per C6 e C7, non resta che l'imbarazzo della scelta fra le varie marche. I condensatori C3 e C5 sono ceramici « piatti », di costruzione Microfarad. Decine di Case producono esemplari analoghi.



I diodi al silicio dell'alimentatore (DS1-DS2-DS3-DS4) nel prototipo erano i Philips OA214.

Il trasformatore T1 non si può trovare in commercio già pronto, a meno che non ci si rivolga a qualche grossista di materiale americano.

Il prototipo non usava un trasformatore americano: chi scrive ne fece costruire uno appositamente, avvolgendolo su di un nucleo a « E-I » già appartenuto ad un trasformatore di uscita per 35L6 recuperato dallo chassis di un vecchio ricevitore Radio- Marelli.

La procedura per realizzarlo adeguatamente è la seguente: procurarsi un pacco lamellare di ottima qualità, di sezione di 5 centimetri quadri; avvolgere bifilarmente sul cartoccio prima di tutto uno dei due secondari, costituito da 120 spire di filo in rame smaltato da 0,35 millimetri.

Interporre quindi uno strato di presspahn o carta isolante; avvolgere ora l'intero primario: 460 spire di filo in rame smaltato da 0,22 millimetri, quindi interporre un nuovo strato di carta o presspahn.

Terminare l'avvolgimento con un'altro secondario identico al primo: coprire il cartoccio completo, ed impregnarlo nel vuoto (mediante autoclave) con le apposite resine.

Tutto ciò per il trasformatore T1.

Il T2, d'alimentazione, è facilmente rintracciabile presso qualsiasi magazzino ben fornito: è un trasformatore per servorelais o usi similari, munito di un primario universale ed un secondario da 10 + 10 volt, 2 Ampère; volendo ottenere una potenza d'uscita superiore, si userà invece un trasformatore che abbia un secondario da 12 + 12 volt, 2 Ampère.

Dallo schema, si vede che sono consigliati i seguenti transistori: OC71 per il primo stadio, OC79 per il secondo, due OC24 per il push-pull finale; si può inoltre tentare la sostituzione con un OC75 o con un AC107 nel primo stadio, con un OC80 o anche un 2G271 nel secondo stadio.

Per lo stadio finale si potrà usare una coppia di ASZ16. Mentre le sostituzioni suddette per il primo e secondo stadio non implicano modifiche ai valori dei componenti dello schema, qualora vengano sostituiti gli OC24 con i più potenti ASZ16 sarà necessario ritoccare i valori delle resistenze R5-R6-R9-R10.

Aggiustando bene i valori, però, con gli ASZ16, è possibile superare la potenza di 12 Watt.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 9900 al completo. Vedere pag. 3.



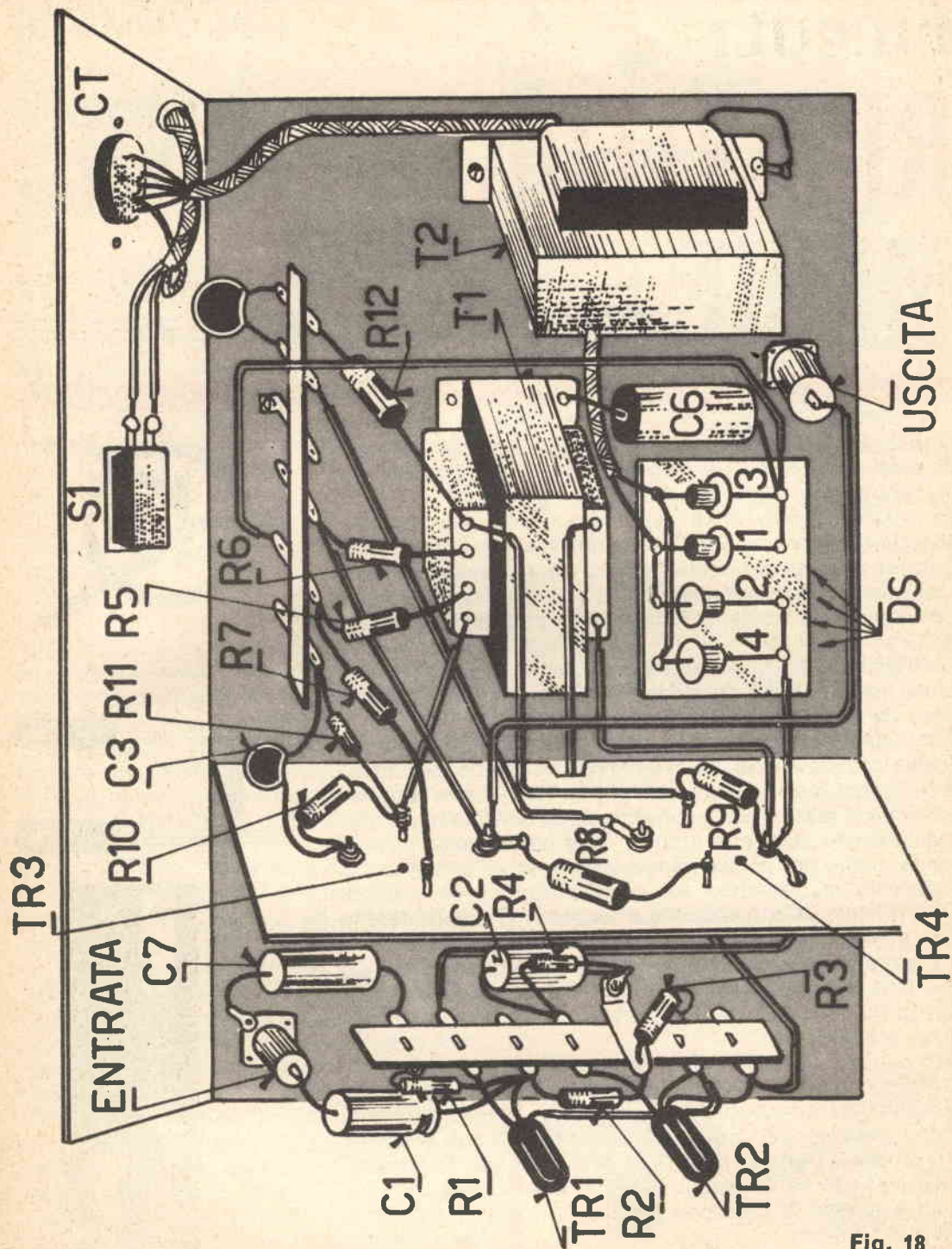


Fig. 18

PICCOLI

RICEVITORI A ONDE MEDIE

Il costruire dei minuscoli ricevitori ad onde medie, dotati di pochi transistori e di elaborati circuiti, è un hobby che va ogni giorno di più diffondendosi.

In questo capitolo, sono descritti numerosi piccoli ricevitori, particolarmente adatti ad essere realizzati da un amatore: vi sono alcuni circuiti reflex, alcuni apparecchietti a reazione e supereterodine; quindi un quadro abbastanza completo delle tendenze attuali all'elaborazione di questo genere di circuiti.

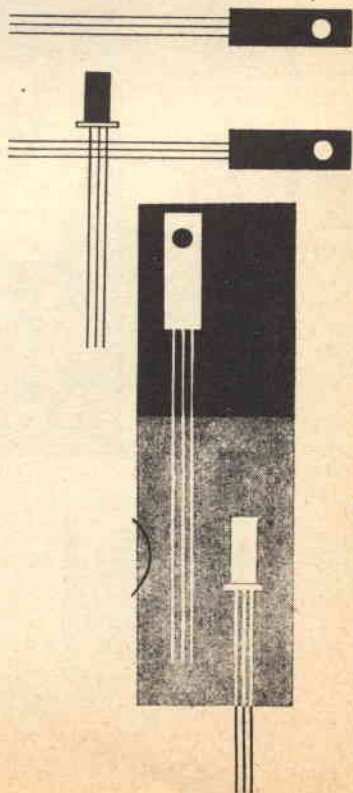
Non sono riportati, di proposito, schemi di ricevitori con diodo rivelatore più transistori amplificatori audio, poichè sono da ritenersi oggi giorno superati.

Sono stati trascurati anche schemi di ricevitori supereterodina complessi, perchè in via teorica essi non sono molto significativi, essendo orientati sul solito schema classico e poichè in pratica non è conveniente all'amatore una simile realizzazione, dato che il costo delle parti supera di gran lunga quello dell'apparecchio montato da un'industria.

I ricevitori più semplici fra quelli presentati sono basati sul principio della rivelazione a reazione: vi è però da dire che questo genere di apparecchi è molto instabile, tanto da non essere adatto all'impiego nei portatili ed essere più che altro, una categoria di montaggi sperimentali utili nello studio dei circuiti e per la dimostrazione delle funzioni dei vari componenti.

Per contro, i circuiti reflex sono sufficientemente stabili tanto da poter essere impiegati nei ricevitori portatili e tascabili: però, questi ultimi richiedono il funzionamento senza antenna, ed i reflex non sempre sono così sensibili. Combinando l'effetto reattivo al circuito reflex, si possono ottenere dei circuiti stabili, sensibili e selettivi e pertanto, oggi è questa la soluzione seguita da molti progettisti di piccoli ricevitori.

I circuiti reflex reazionati, costituiscono buona parte degli schemi che seguiranno.



Ricevitore per transistori di vecchio tipo « a ponte »



Se avete un vecchio OC10, un G1 un CK 720, usatelo in questo apparecchio!

Il più semplice ricevitore a reazione che sia possibile concepire, e che sia soddisfacentemente funzionante, è illustrato alla figura 19.

Esso impiega otto componenti in tutto, escludendo la pila: due bobine, due condensatori (uno dei quali variabile) un potenziometro, un transistor, una cuffia, un interruttore. È un circuito classico, come disposizione dei pezzi: il funzionamento reattivo, si ha per l'induzione fra due bobine che fanno capo al collettore ed all'emettitore del transistor e la reazione è regolata da un potenziometro posto in serie alla base, che regola la conduzione; e quindi l'amplificazione del semiconduttore. Il circuito è sensibile, ed una sapiente manovra del controllo di reazione lo può rendere assai selettivo.

disprezzabilmente, il ricevitore non è adatto ai moderni transistori, e funziona bene solamente se se ne impiega un vecchissimo tipo: quel modello che è stato il primo costruito in serie, detto « a punte ».

Se per il caso il lettore disponesse di un G10 di un OC10, potrebbe provare a realizzare questo ricevitore, che anche oggi può

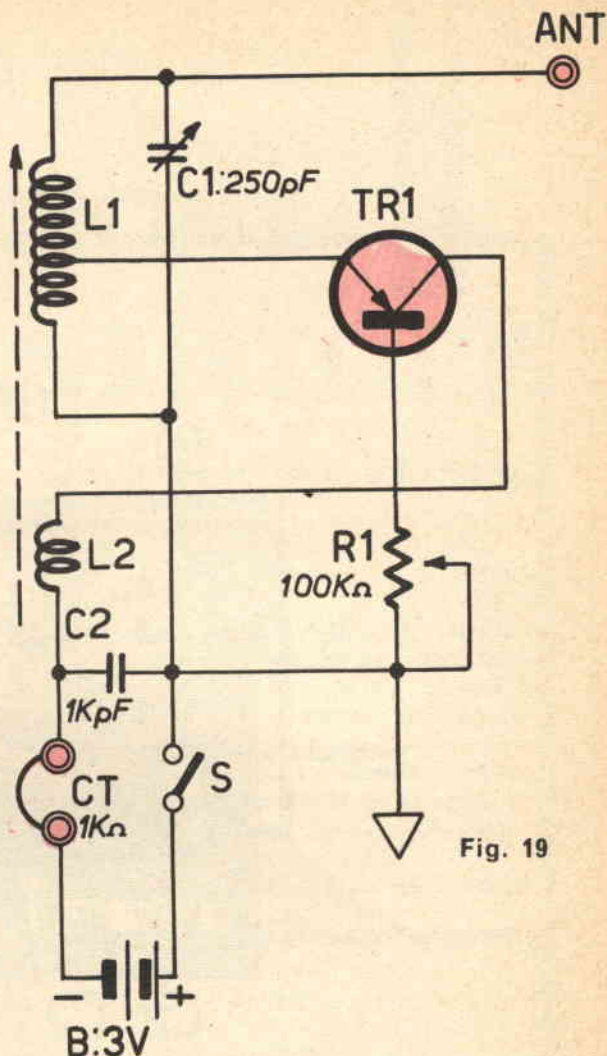
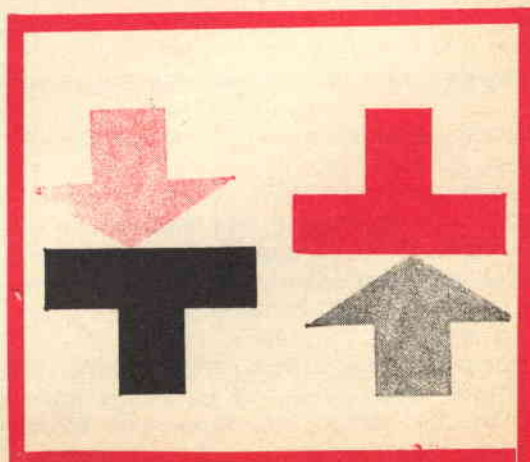


Fig. 19

PROGETTO N. 10



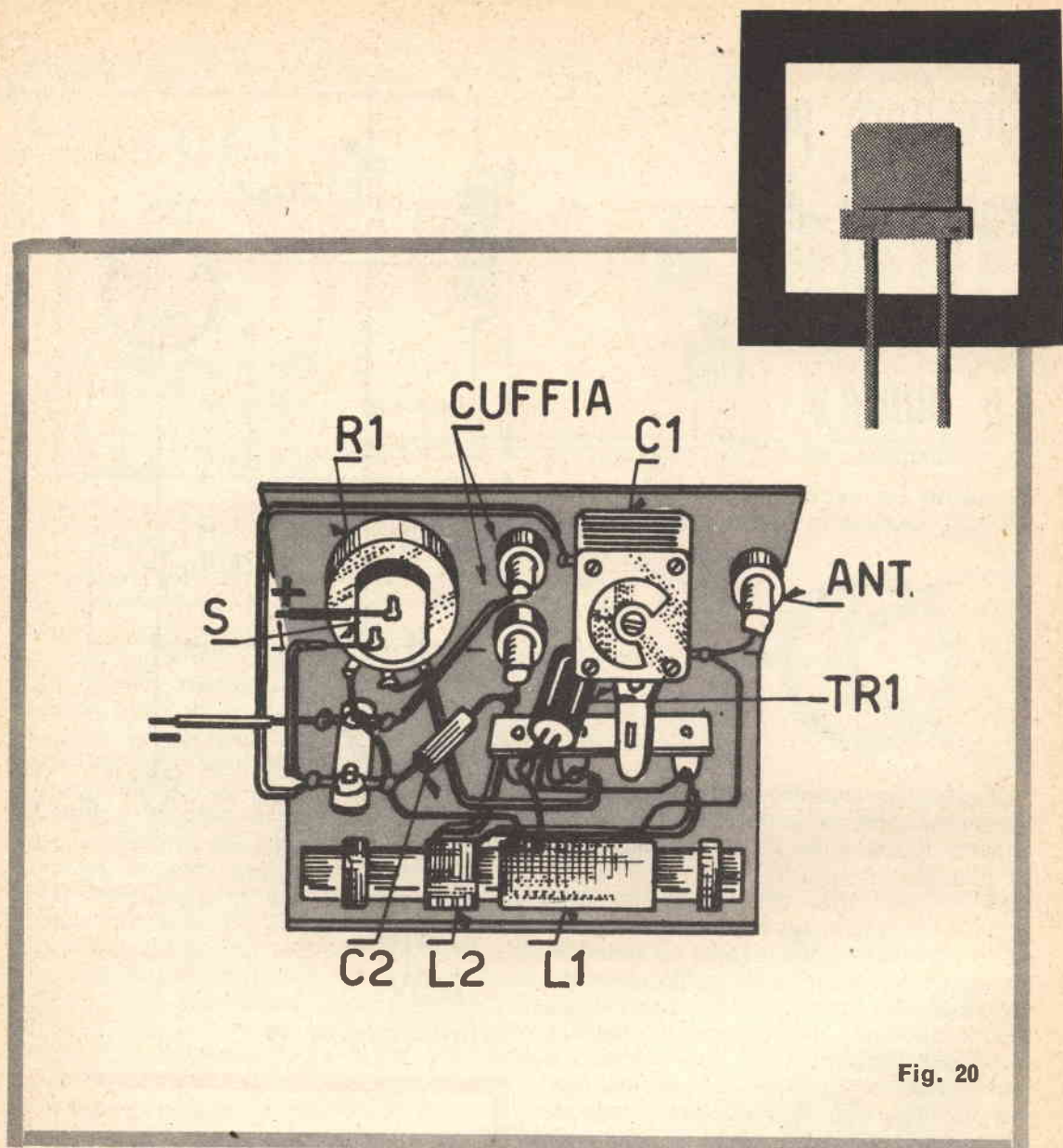


Fig. 20

dare delle soddisfazioni, come nel 1955 le diede a chi scrive.

A parte il transistor, tutti gli altri componenti sono facilmente reperibili: anche gli avvolgimenti L1-L2 che sono una normale antenna in ferrite con avvolte le due bobine di ingresso per un comune ricevitore supereterodina.

L'emettitore deve essere connesso all'avvolgimento secondario, che ha poche spire. Se le due bobine non sono nello stesso senso, ovvero se le correnti non scorrono

in fase, la reazione non innesca, e si devono pertanto scambiare i collegamenti di uno dei due avvolgimenti.

Per una ricezione sufficientemente chiara, occorrerà un'antenna: essa andrà connessa al punto indicato nello schema. Non importa che sia molto efficiente: anche un tappo luce, una conduttura del gas ed altri mezzi di fortuna danno un segnale sufficiente per il funzionamento del ricevitore.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 5000, al completo. Vedere pagina 3.

RICEVITORE A REAZIONE MONOTRANSISTORE

Un complessino semplice ed economico: ma efficiente.

A differenza del precedente circuito, riportato come curiosità, quello che ora descriviamo è un pratico esempio di ricevitore a reazione monotransistore, moderno ed efficiente.

Lo schema appare nella figura 21; si noterà una « rassomiglianza » con il vecchio circuito già discusso e infatti anche nello schema « moderno » si usano due avvolgimenti, che fanno capo al collettore ed all'emettitore del transistor, per ottenere l'effetto reattivo.

Il funzionamento nei dettagli, è il seguente: allorché giunge il segnale in accordo con il circuito oscillante (C2-L2) si ha un passaggio di radiofrequenza dalla bobina L2 alla L1.

La L1, è connessa all'emettitore del transistor, ed attraverso quest'ultimo il segnale viene amplificato, per trasferirsi nuovamente alla bobina L2, dal collettore.

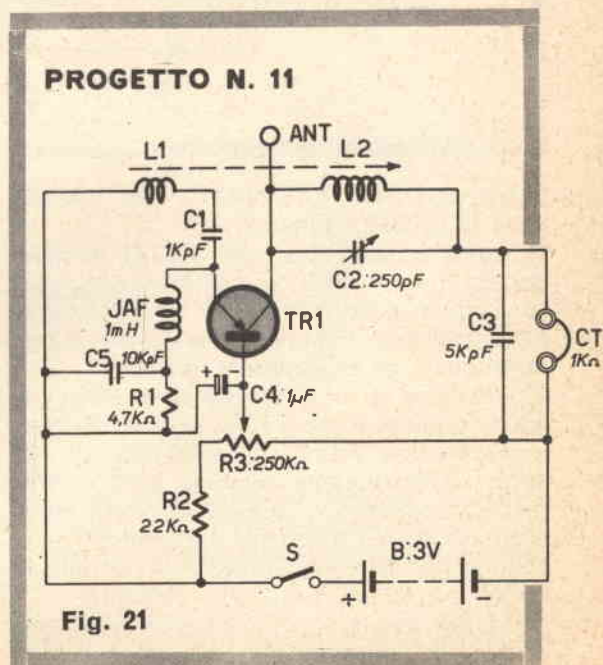
Nuovamente, si ha un'irradiazione alla L1 del segnale, e nuovamente il transistor lo amplifica.

I cicli continuano così all'infinito, ed il ricevitore, quando il segnale è amplificato al massimo, entra in oscillazione se non viene regolato accuratamente il potenziometro R3, che serve per regolare l'amplificazione, in maniera tale da non giungere all'innescò.

Se R3 è ben regolato, dopo vari cicli di amplificazione, il segnale viene rivelato, ed attraverso la bobina L2, inviato alla cuffia sotto forma di segnale ad audiofrequenza. È da notare, che in questo circuito la base del transistor è « fredda » per la radiofre-

quenza: infatti, essa serve solo a regolare l'amplificazione massima, come una specie di « rubinetto ». I componenti del ricevitore sono comuni e di facile reperibilità: tutte e due le resistenze sono da 1/4 di Watt al venti per cento di tolleranza, il potenziometro R3, nel prototipo era un « trimmer » munito di manopolina, il variabile era a mica, di tipo giapponese; i due condensatori C3 e C5 sono ceramici, mentre C4 è un elettrolitico miniatura.

Il transistor è un 2G640 della SGS: sostit-



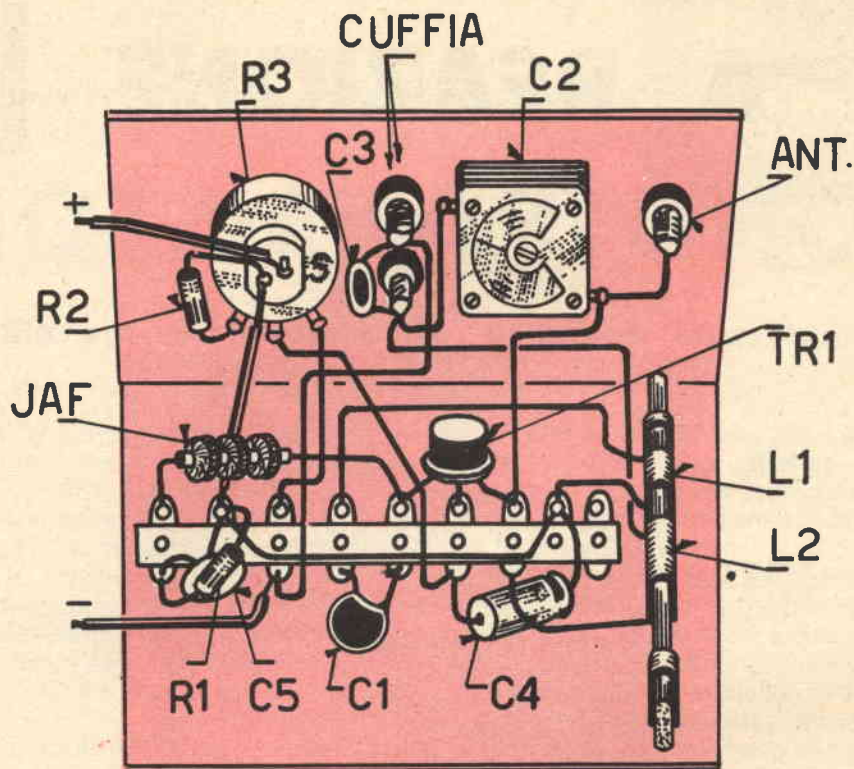


Fig. 22

tuibile con l'OC170 Philips o con l'AF150 della RCA-ATES e simili.

La cuffia è magnetica, da 1000 Ω d'impedenza.

Le bobine sono come per il precedente ricevitore, una antenna in Ferrite per supereterodina con avvolgimenti già pronti.

Chi dispone di una bacchetta di Ferrite e vuole preparare da sè le bobine, le può realizzare secondo i seguenti dati: L1, 10 spire di filo di rame smaltato da 0,3 millimetri accostate; L2, 70 spire di filo di rame smaltato da 0,3 millimetri accostate.

Le due bobine verranno avvolte a circa un centimetro di distanza l'una dall'altra.

Per l'antenna valgono le considerazioni già esposte in precedenza.

Il ricevitore può essere montato su di un rettangolo di bachelite o altro isolante, come mostra il disegno costruttivo: i collegamenti non presentano difficoltà di sorta (fig. 22). Se durante le prime prove si noterà una forte mancanza di sensibilità e se la manovra del potenziometro avrà poca influenza sul guadagno, si dovranno invertire le connessioni di una delle due bobine.

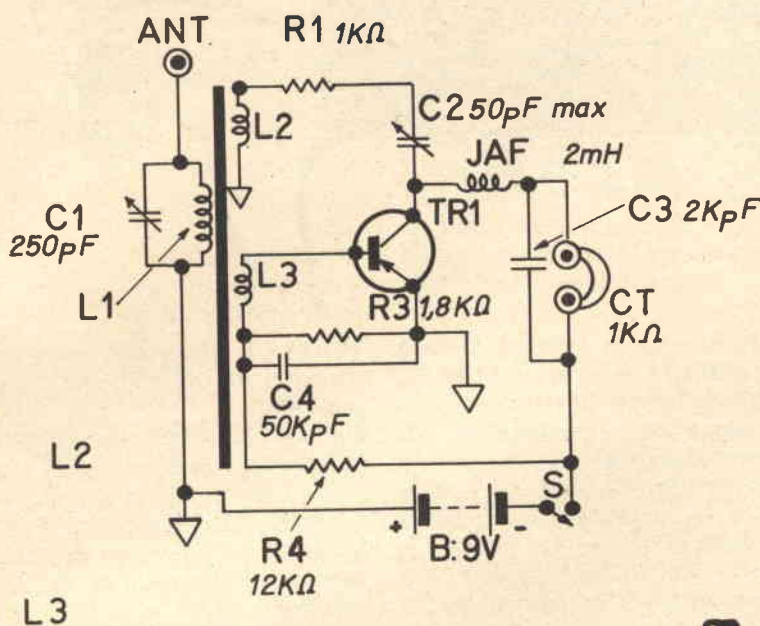
Per ottenere la migliore captazione dei segnali, la reazione deve essere regolata accuratamente per ognuna delle stazioni ascoltate: il ricevitore assume la sensibilità più spinta, appena prima di entrare in oscillazione.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 3900, al completo. Vedere pagina 3.

UN ALTRO RICEVITORE A REAZIONE MONOTRANSISTORE

Studiato per chi si diverte a costruire piccoli ricevitori, questo, è una valida alternativa al precedente.

Fig. 23



PROGETTO N. 12

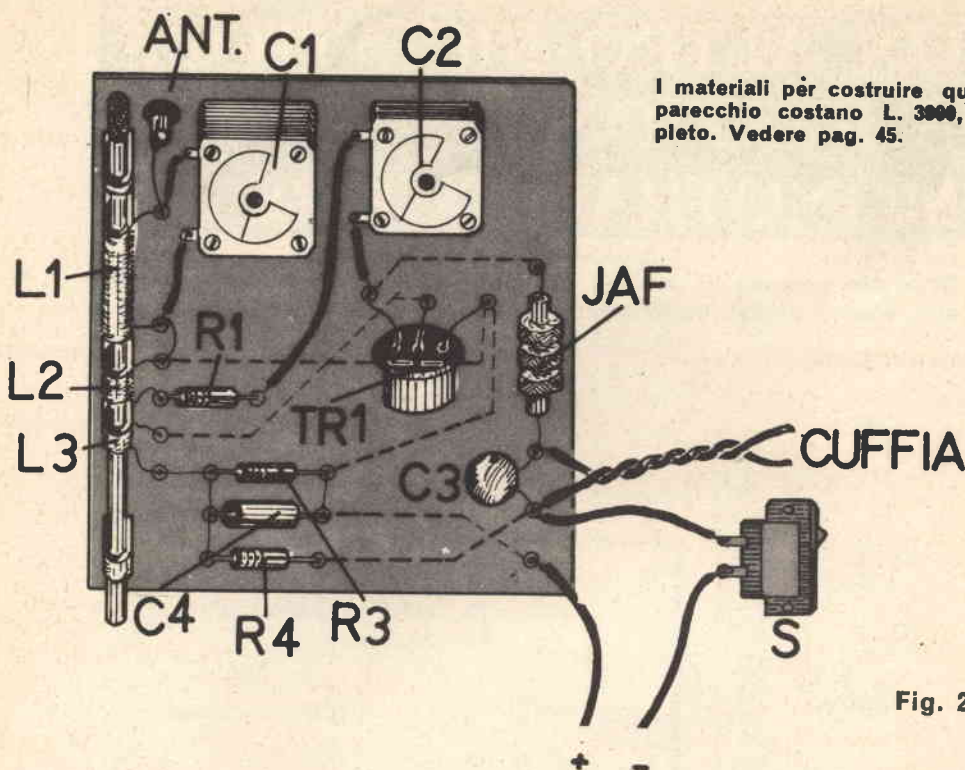


I circuiti dei mon transistori a reazione possono essere variamente disposti, pur offrendo suppergiù le stesse prestazioni. Lo schema di figura 23 offre un'altro esempio di questo genere di circuiti: esso si differenzia dal precedente, principalmente perchè il transistor è connesso con l'emettitore comune, mentre nel già visto circuito era la base ad essere in comune.

Il funzionamento di questo ricevitore è il seguente.

I segnali provenienti dall'antenna, sono sintonizzati dal circuito oscillante C1-L1.

Il segnale di frequenza portante prescelta, per induzione viene trasferito alla bobina L2, e da questa perviene alla base del transistor, che è un SFT308, sostituibile con l'AF105, OC44 ecc.



I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 3000, al completo. Vedere pag. 45.

Fig. 24

Noteremo a questo punto, che la base è polarizzata dal partitore formato da R3 ed R4, mentre il circuito della bobina, per il segnale, è chiuso a massa dal condensatore C4. Il transistore amplifica i segnali, che essendo in radiofrequenza, non possono attraversare l'impedenza JAF, e pertanto sono forzati a passare attraverso C2-R1 ed L2. Nuovamente, per induzione, i segnali amplificati tornano alla L3 e da questa al transistore.

In questo circuito, per frenare la tendenza all'amplificazione eccessiva, in serie alla radiofrequenza è posta la capacità C2 che, qualora sia portata verso il valore minimo, assume una reattanza capacitiva assai alta, per dei segnali appartenenti alla banda delle onde medie e ne frena quindi il passaggio verso la bobina L2.

Una volta amplificati al massimo, i segnali a radiofrequenza vengono rivelati dal transistore, e possono passare attraverso la impedenza. Il segnale audio è raccolto dalla cuffia. Le bobine di questo ricevitore devono essere realizzate appositamente, e saranno avvolte su di un nucleo di Ferrite da millimetri 120 x 10 o simile (meglio se più lungo).

Per la L1, occorrono settanta spire di filo di rame da 0,3 millimetri ricoperto in seta o smaltato.

Per la L2, occorrono quindici spire dello stesso filo, e la bobina sarà accostata alla L1. Infine, la L3 sarà costituita da dieci spire, sempre dello stesso filo, e la bobina andrà avvolta ad un estremo della L2, mantenendo qualche millimetro di distanza (vedere il disegno).

La costruzione di questo ricevitore non è più difficoltosa di quella del precedente: può servire una identica piastra isolante come supporto generale per il montaggio di tutti i pezzi.

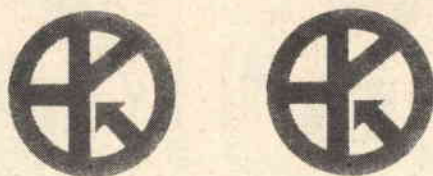
Per fissare la Ferrite, non si devono assolutamente usare delle strisce metalliche: esse apparirebbero come spire cortocircuitate e rovinerebbero il fattore di merito delle bobine, abbassando inoltre il potere di captazione della antenna magnetica.

Come ogni altro ricevitore a reazione, anche questo non può funzionare se gli avvolgimenti non sono in fase tra loro. Quindi, se in sede di prova non si ottenessero buoni risultati, sarebbero da invertire i terminali della L2 o della L3.

Uno stadio amplificatore RF a reazione assicura a questo apparecchio una buona sensibilità

RICEVITORE A REAZIONE

2+2



Le industrie elettroniche giapponesi, in cerca di una sempre più forte penetrazione nei mercati esteri, hanno creato negli ultimi tempi una « sottoclasse » di ricevitori a due o tre transistori che funzionano in altoparlante con sufficiente sensibilità e selettività. Questi apparecchi, che hanno un prezzo bassissimo sono generalmente dei reflex a reazione « aggiunta ». Sovente hanno dei circuiti assai geniali, ad altissimo rendimento. Uno di questi schemi, rielaborato per l'impiego di componenti europei, appare nella figura 25.

Basilarmente il tutto è composto da un amplificatore ad alta frequenza reazionato, un rivelatore a diodi, ed uno stadio finale audio.

Il ricevitore ha un buon rendimento: capta le reti nazionali senza antenna esterna, e riesce ad azionare un altoparlantino da 50 milliwatt che eroga un volume sufficiente all'ascolto personale. Di sera, con una certa difficoltà, capta anche qualche stazione estera, europea.

Esaminiamo lo schema.

I segnali captati dall'antenna magnetica

(Ferrite) vengono selezionati dal circuito oscillante formato da C1 ed L1.

Per il massimo guadagno, la radiofrequenza viene trasferita induttivamente su di una bobina a poche spire (L2) che si adatta all'impedenza d'ingresso del transistor TR1. Attraverso il condensatore C2 il segnale perviene alla base del transistor, la quale è polarizzata dalla resistenza R2. Il funzionamento dello stadio è stabilizzato dal gruppo R1 e C4, in serie all'emettitore.

Dal collettore, il segnale amplificato scorre in parte attraverso il potenziometro R3, dal quale può essere prelevato nella misura che determina il massimo guadagno prima dell'innesco, sul cursore, dal quale — tramite il condensatore C3 — la radiofrequenza torna al circuito d'ingresso per i cicli d'amplificazione che sono tipici del funzionamento a reazione.

Raggiunta la massima ampiezza, il segnale, che è bloccato dall'impedenza JAF, attraversa il condensatore C5 ed è applicato ai due diodi DG1 e DG2 dai quali è rivelato. Dal diodo DG2, escono un segnale audio ed una tensione continua, detta « compo-

PROGETTO N. 13

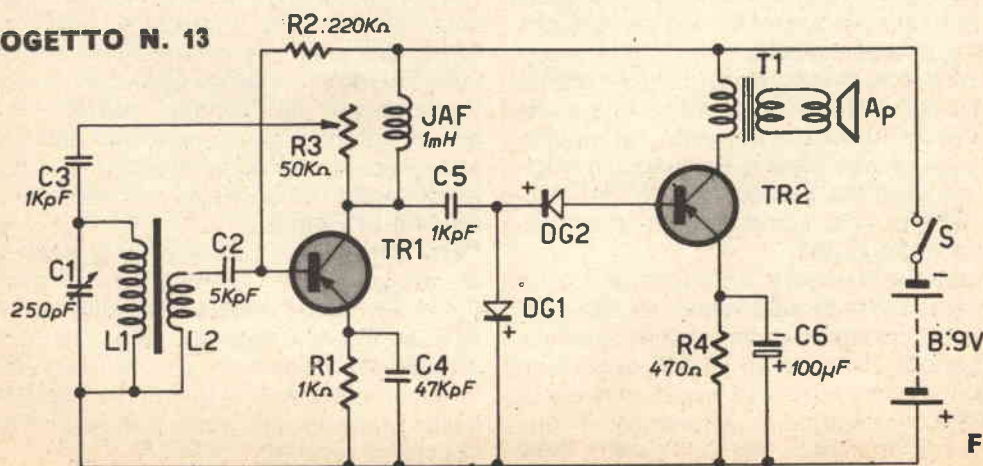


Fig. 25

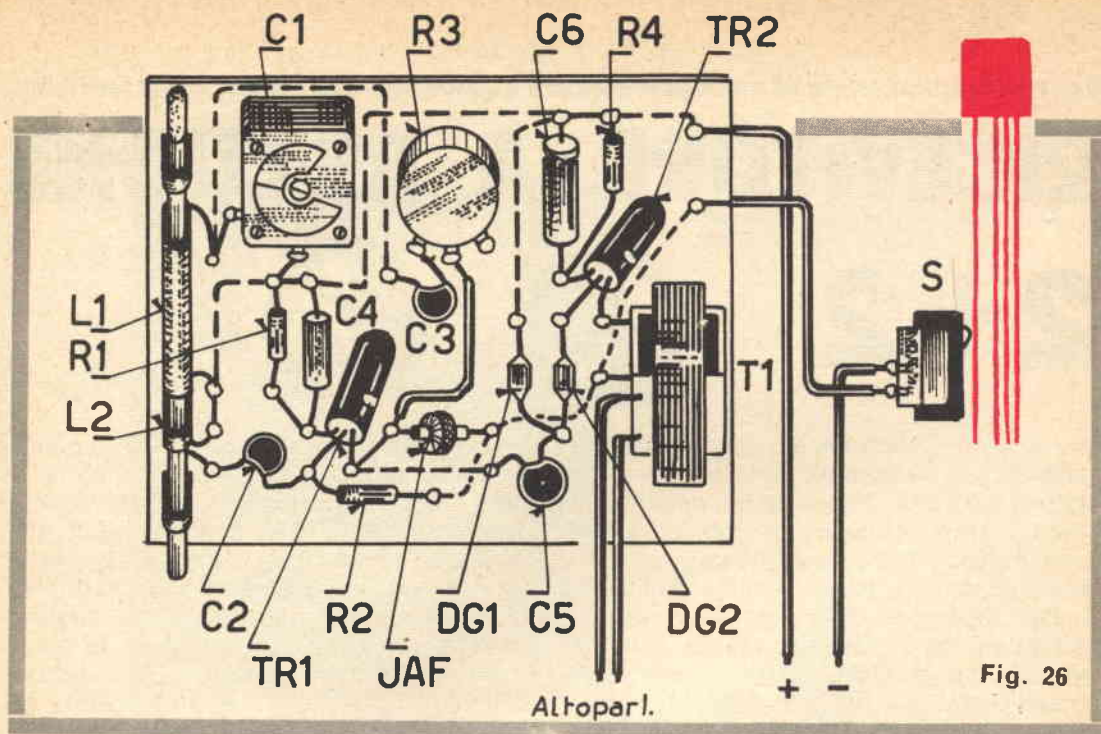


Fig. 26

nente della rivelazione», che assieme sono convogliati sulla base del transistor TR2. Il TR2, viene quindi direttamente pilotato dal segnale complesso ricavato dalla rivelazione, e lavora in classe «A» con una certa stabilità, grazie al circuito C6-R4.

Il segnale amplificato in audio è raccolto dal trasformatore T1 ed inviato all'altoparlante. L'originale ricevitore da cui questo schema è stato ricavato, secondo la «scuola» giapponese è miniaturizzato, e costruito con quel materiale accuratamente studiato che è stata la fortuna dell'industria del Sol Levante. Anche un eventuale duplicato, può essere costruito nella versione compatta, o miniatura: i componenti di piccolo ingombro sono oggi comuni sul mercato, e non c'è che l'imbarazzo della scelta.

La Ferrite con le bobine L1-L2 può essere un qualsiasi esemplare «piatto» che molte industrie italiane hanno copiato dai giapponesi; oppure può essere un ricambio originale: ad esempio l'antenna Sony per ricevitore TR610, che, come parte di ricambio, costa al netto L. 300.

Il variabile può essere un «Convar» o un «Ducati» o uno di altra marca da 180 $\pm$ 80 pF, con le due sezioni connesse in parallelo. Il transistor TR1 sarà un OC169, oppure un 2G639; qualsiasi altro «Drift» di pari caratteristiche è comunque adottabile. I due diodi possono essere dei tipi OA85, 1N34,

OA70, 1G26 o simili.

Il TR2 può essere un OC72, oppure un AC128.

Il trasformatore d'uscita usato nel prototipo, è un «T45» della ditta Photovox.

Particolare importanza, data la scarsa potenza disponibile, riveste l'altoparlante: esso deve essere minuscolo, ma dotato di una grande sensibilità; nel prototipo è impiegato un «Pioneer» originale giapponese da 50 mW massimi.

In mancanza, può essere cercato un esemplare parallelo nella produzione nazionale: o, alla peggio, un ricambio giapponese Sony, Hitachi, o simili.

Nessun particolare accorgimento è necessario per mettere a punto il ricevitore o, forse, uno solo: far scorrere l'avvolgimento sulla Ferrite in modo da ottenere il massimo trasferimento del segnale captato. Infatti, sia le antenne giapponesi che quelle nostre non sono fissate al punto di maggior rendimento in fabbrica, e l'operazione è affidata al cliente.

Certi transistori «Drift» escono dalle linee di montaggio con un coefficiente d'amplificazione talvolta superiore alla norma e talvolta inferiore: quindi può essere utile in certi casi regolare il valore della R2 per tentativi, allo scopo di avere una regolazione della reazione progressiva e non troppo critica.

Reflex reazionato a un transistorore

Ecco un buon apparecchio per chi si diverte a sperimentare!

I circuiti a transistori, molte volte sono ricavati dalla pratica sperimentazione per tentativi, più che dal rigido calcolo matematico. Gli schemi «trovati per caso», che sono divenuti poi classici, non si contano.

Un esemplare di circuito dall'ottimo rendimento, che trae le sue origini dall'aggiunta e dalla sostituzione di parti secondo ragionamenti logici ma non comprovati dalla teoria è visibile nella figura 27.

Si tratta, questa volta, di un primo tentativo di connubio fra il rivelatore a reazione ed il circuito reflex.

In questo ricevitore monotransistore, il TR1 compie due funzioni distinte: a) amplificatore a radiofrequenza a reazione; b) amplificatore ad audiofrequenza.

Districandoci alla meglio fra la confusione di parametri ibridi che si aggrovigliano in ogni (o quasi) punto del circuito, possiamo così analizzare il funzionamento.

Il segnale preferito, viene selezionato dal circuito oscillante formato da C1 ed L1.

La stessa bobina L1, «prolungata» di alcune spire, serve da autotrasformatore, atto ad applicare il segnale alla base del transistorore su di una impedenza opportuna.

La base raccoglie il segnale attraverso C2 e il segnale a radiofrequenza viene amplificato dal transistorore, e non potendo passare per l'impedenza JAF trova tre vie possibili: attraversare la resistenza R2, attraversare il condensatore C3, proseguire verso la bobina L2.

PROGETTO N. 14

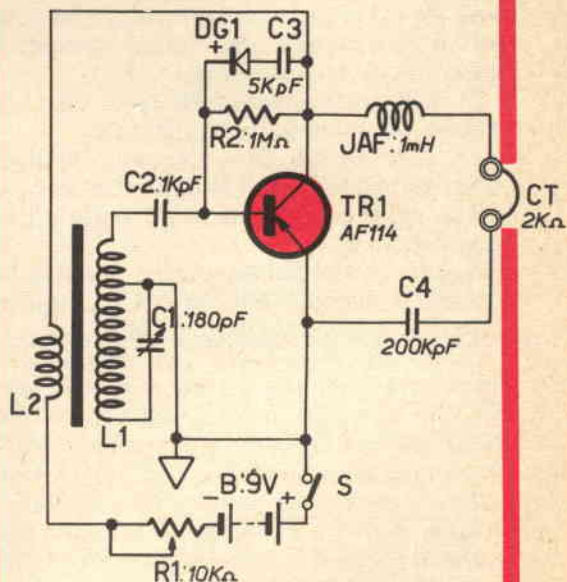


Fig. 27

In effetti, il segnale segue tutte e tre le vie. Attraverso la resistenza causa una certa stabilizzazione nell'amplificazione, attraverso il condensatore raggiunge il diodo e viene rivelato riapparendo alla base del transistor in audio; attraverso alla bobina causa la amplificazione a reazione, che viene regolata dal potenziometro R1.

In pratica, il segnale a radiofrequenza viene amplificato in reazione, poi rivelato dal diodo, ed infine riapplicato al transistor che lo amplifica anche in bassa frequenza.

L'audiofrequenza può attraversare l'impedenza JAF1 e raggiungere la cuffia, la quale non è connessa direttamente a massa per non turbare le tensioni che devono essere presenti al collettore del transistor; il condensatore C4 chiude a massa il circuito della cuffia per l'audio, con buona pace delle tensioni e delle correnti continue.

Passiamo ora alle consuete note pratiche. I componenti, innanzitutto: la L1, è una antenna in Ferrite Phonola nel prototipo, che ha caratteristiche del tutto standard per ciò che riguarda l'avvolgimento.

La L2, è costituita da cinque spire di filo di rame da 0,4 mm coperto in seta, che sono avvolte all'estremità del nucleo opposta a quella ove è cementata la L1.

Il C1 è il solito simil-giapponese con una sezione (la minore) non utilizzata.

I condensatori C2, C3 e C4 sono ceramici. La resistenza R2 è da 1/4 di Watt al 20% di tolleranza. Il potenziometro R1 porta anche l'interruttore S1.

L'impedenza a radiofrequenza è una Geloso. Il diodo impiegato era un CK705, equivalente ai più comuni OA70 ed 1G26.

Il transistor deve avere una frequenza di taglio assai alta per un buon rendimento: l'OC171 funziona meglio dell'OC170, del 2N247, del 2G639, però, a sua volta, l'AF114 dà un maggiore guadagno dell'OC171. Pare quindi conveniente impiegare l'AF114, o l'AF115, AF148 e simili, in quanto una prova con il mesa 2N706, realizzata invertendo la pila ed il diodo, dato che il 2N706 è un NPN, ha dimostrato che un lieve guadagno ancor più spinto, il « mesa » lo dà: ma forse questa « superamplificazione » è eccessiva per il circuito, dato che la regolazione della reazione diventa difficilissima.

L'AF114 o stretti similari sarà quindi il transistor da impiegare.

Circa la messa a punto, si può dire molto su questo ricevitore: infatti, come qualsiasi « nato speri mentale » lo si può modificare in molti modi e qui accenneremo solo alle operazioni più importanti.

Per ottenere i risultati migliori in assoluto, anzitutto, sarebbe necessario poter regolare la distanza fra le due bobine L1 ed L2.

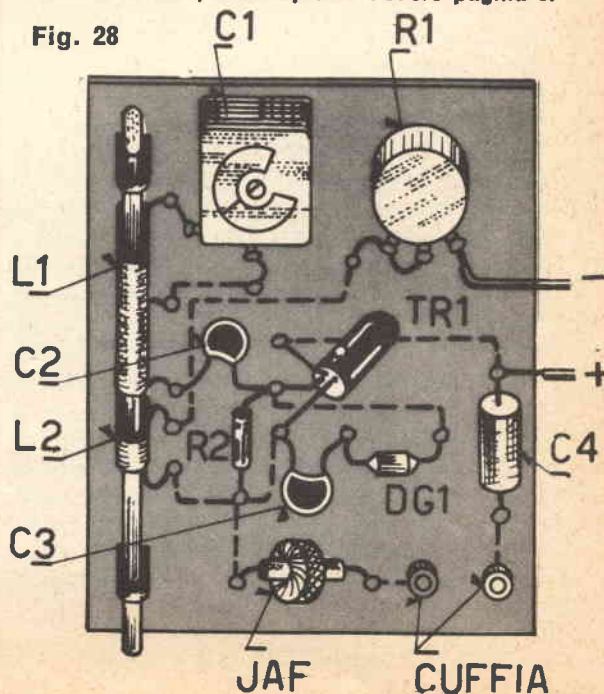
Non è difficile avvolgere la L2 su di un cartoncino che possa slittare lungo il nucleo, e provare diverse distanze fra le due; in effetti, questo è l'unico sistema per ottenere un rendimento « di picco » oltre ad una regolazione della reazione dolce e progressiva.

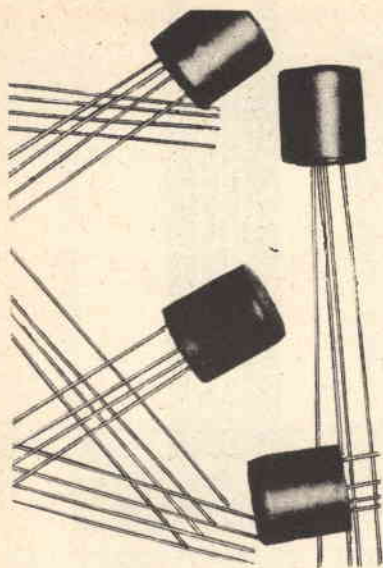
Riguardo ai componenti, diremo che la resistenza R2 ha una notevole importanza sul comportamento del ricevitore: infatti, più basso è il suo valore, più il complesso è stabile e potente; però, nel contempo, perde in selettività, tanto che, a 270K Ω , è difficile separare due stazioni distanti 200 Kilocicli, anche manovrando la reazione! Non è quindi possibile ridurre la detta resistenza a valori minori di 680K Ω .

Per contro, portandone il valore a 2M Ω , e meglio, a 3,3 M Ω , il ricevitore (almeno il prototipo: con queste genere di apparecchi non si sa mai!) assume una selettività invero sorprendente; però perde assai come potenza di uscita, ed appare critico da regolare.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 3900, al completo. Vedere pagina 3.

Fig. 28





UN REFLEX MONO TRANSISTORE

Dove c'è un trasmettitore locale, questo apparecchio può funzionare senza antenna.

Nelle città ove esiste il trasmettitore locale, il ricevitore che ora presenteremo rappresenta un « Personal » ideale: sia per l'ascolto serale in casa, sia addirittura per uso tasca-

bile. Si tratta di un ricevitorino stabile, selettivo, non troppo sensibile, ma sufficiente ad azionare la cuffia, senza che sia necessaria alcuna antenna esterna, in aggiunta a quella di Ferrite. Lo schema elettrico del complesso è alla figura 29; di seguito spiegheremo il suo funzionamento.

Dicendo che il ricevitore è basato su principio reflex, abbiamo già detto, in pratica, che il transistor impiegato compie due funzioni; esse sono: a) amplificatore d'alta frequenza a uscita aperiodica, b) amplificatore ad audiofrequenza.

In particolare, questo è il percorso dei segnali: dall'antenna magnetica, la radiofrequenza viene prelevata dalla bobina L1, che seleziona il segnale desiderato in unione a C1.

La bobina a poche spire L2, adatta alla scarsa impedenza d'ingresso del transistor, riceve per induzione la radiofrequenza, e la trasferisce alla base del transistor, la quale riceve una polarizzazione fissa dalla

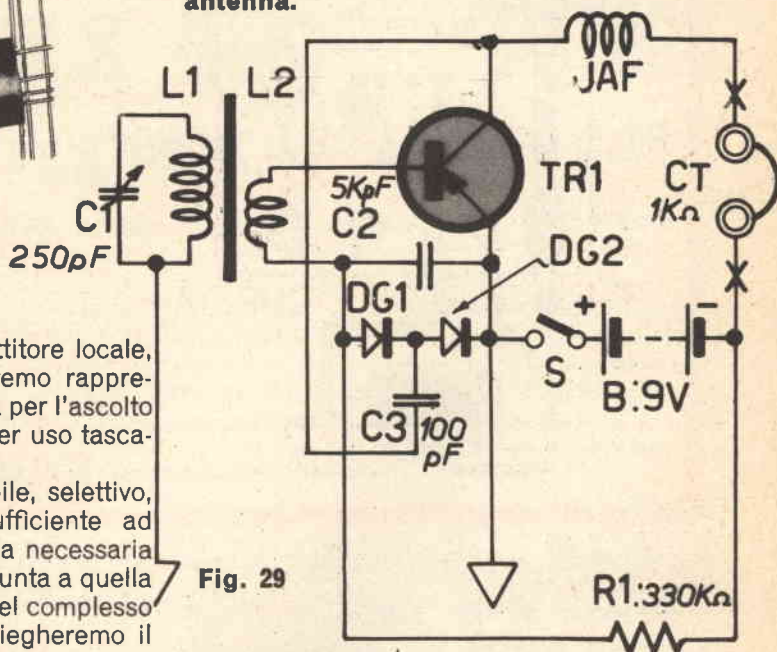


Fig. 29

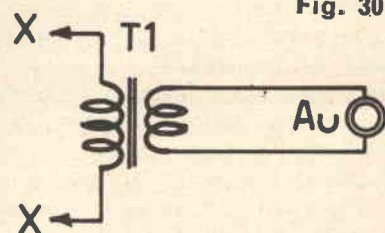


Fig. 30

PROGETTO N. 15

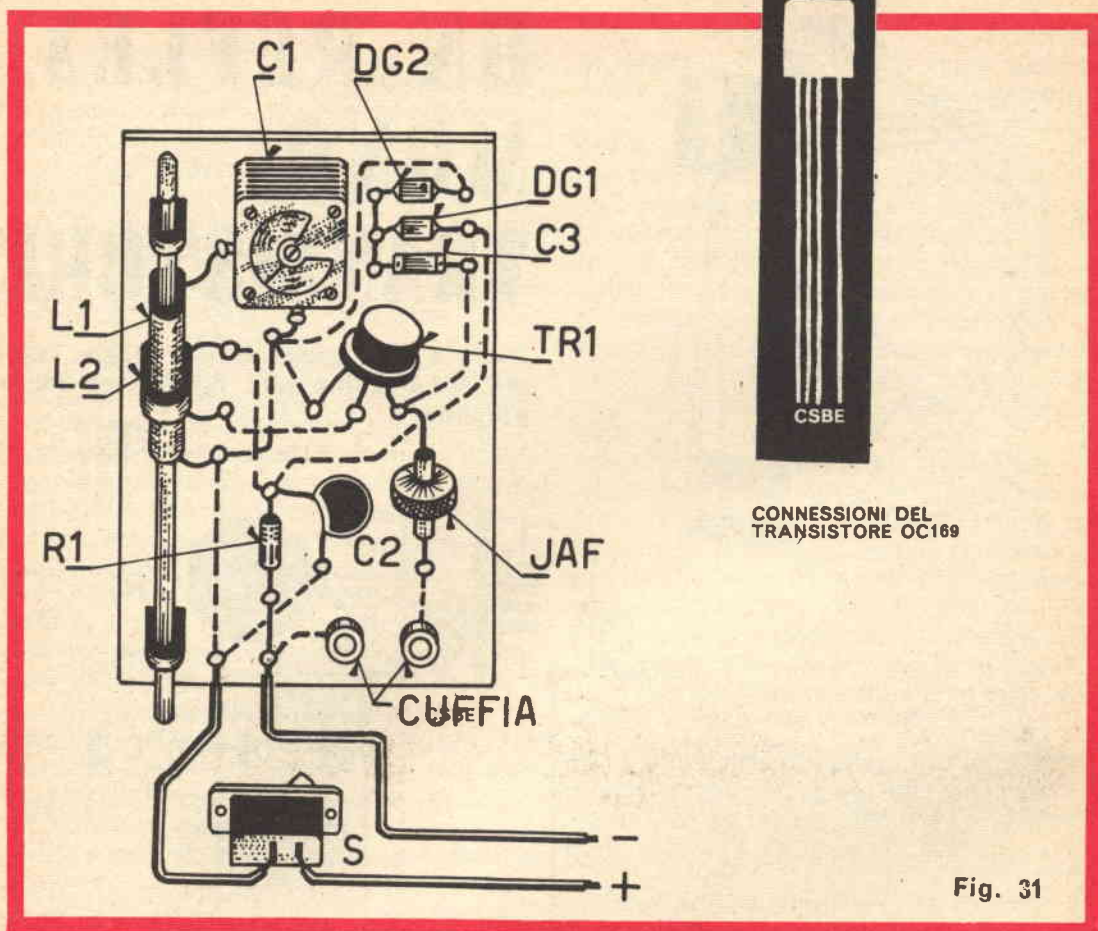


Fig. 31

resistenza R1, mentre il circuito è completato dal condensatore di fuga C2.

Il segnale amplificato, tutt'ora in radiofrequenza, è arrestato dall'impedenza JAF, pertanto si incanala attraverso il condensatore C3 dal quale è applicato ai diodi rivelatori DG1 e DG2.

DG1, è connesso direttamente al capo freddo della bobina L2, ed attraverso essa, ora divenuto ad audiofrequenza, il segnale torna alla base del transistor.

Al collettore, l'audiofrequenza amplificata non può riattraversare il condensatore C3, dato che esso appare come una notevole reattanza alle frequenze basse: per contro, può facilmente attraversare l'impedenza JAF e pertanto di lì va alla cuffia.

I componenti del ricevitore sono i soliti; nel prototipo era usato un 2N248 come TR1 (sostituibile con l'OC169) e due diodi OA85 come DG1 e DG2.

L'unica nota relativa a modifiche, migliorie ecc., è relativa alla cuffia.

Essa è da 1.000Ω , e se il montaggio è miniaturizzato, appare nettamente sproporzionata: in questo caso, conviene montare un trasformatore «micro» che abbia il primario da 1.000 o 1.200Ω ed il secondario da 8Ω , al quale sarà connesso un auricolare miniatura a bassa impedenza del tipo che è dato a corredo dei ricevitori supereterodina giapponesi.

Pur essendo di buona qualità, questi auricolari certo non hanno l'efficienza delle cuffie normali, e d'altronde, anche il trasformatore, per quanto sia efficiente, introduce sempre una certa perdita, nel trasferimento: pertanto la soluzione in definitiva introduce un certo calo nella potenza d'uscita disponibile.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 3900, al completo. Vedere pagina 3.

UN REFLEX MONOTRANSISTORE

con reazione aggiunta

Costruitelo: avrete la radio nel taschino della vostra giacca.

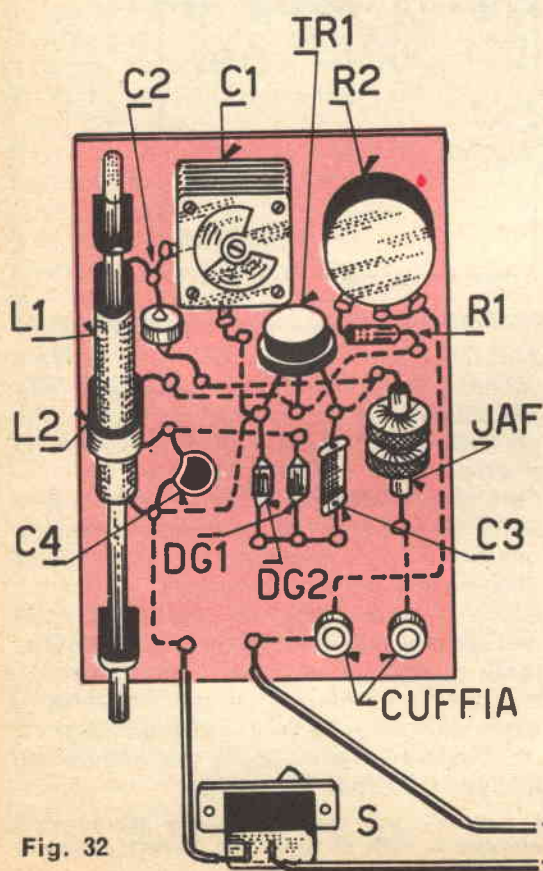


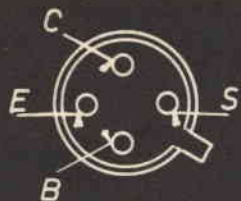
Fig. 32

Quando la Philips mise in commercio il nuovo transistor AF124, chi scrive ne acquistò alcuni per provarli in diversi circuiti. Tra questi, anche il ricevitore precedentemente descritto fu equipaggiato sperimentalmente con l'AF124, per rilevare l'eventuale incremento nella sensibilità dato da un transistor con una F_{α} più alta, e munito di caratteristiche più lineari nel servizio come amplificatore RF.

Alla prova, il ricevitore si dimostrò più sensibile, ma anche improvvisamente instabile a causa di un accoppiamento reattivo insoorto a causa del maggiore guadagno del nuovo componente.

Invece di cercare di eliminare la indesiderata reazione (notando la fortissima maggiorazione nel guadagno e nella potenza di uscita che si aveva quando il fenomeno reattivo era contenuto a livelli tali da non cagionare l'innesco) chi scrive pensò di trasformare il circuito in un reflex assistito dalla reazione.

La modifica, fu semplicemente realizzata accoppiando il collettore del transistor al circuito d'ingresso mediante un condensatore di piccola capacità che retrocede il segnale a radiofrequenza già amplificato, e modificando il circuito di polarizzazione della base del transistor con l'inserimento di un potenziometro atto a controllare la corrente della giunzione, e quindi l'amplificazione offerta dal transistor. In un primo



CONNESSIONI AF124
S= SCHERMO METALLICO

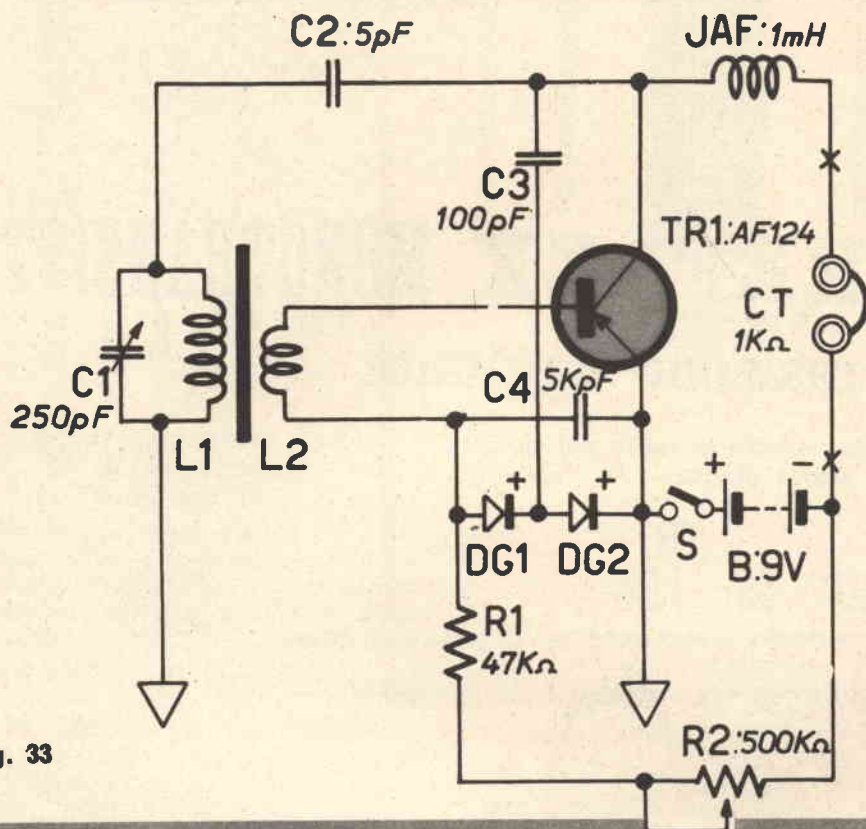


Fig. 33

momento, il risultato apparve cattivo: l'AF 124 dava un'amplificazione tale al segnale RF, da causare una estrema criticità di regolazione.

Il rimedio applicato, come spesso accade in questi piccoli ricevitori, in linea teorica fu... un controsenso.

Per limitare la reazione e mantenerla a livelli controllabili, non si trovò di meglio che rovesciare le connessioni della bobina L2: così, che in teoria non avrebbe dovuto accadere alcun fenomeno di reazione, mentre in pratica, la reazione innesca ugualmente per capacità fra gli avvolgimenti, ma con minore violenza.

Messo in pratica l'accorgimento, il ricevitore è risultato davvero brillante come presta-

zioni: stabile, selettivo, con una potente uscita che è addirittura esuberante per l'ascolto in cuffia, ed una sensibilità che permette la captazione di una diecina di stazioni senza antenna esterna.

Pertanto, in definitiva, questo ricevitore nella veste « reazionata » appare molto consigliabile a chi voglia realizzare un « tascabile » poco costoso ed efficientissimo.

Come è stato detto, la potenza d'uscita dell'apparecchio è notevole, anche esuberante quando la reazione è accuratamente regolata: pertanto, in questa versione, è molto più razionale l'eventuale applicazione del trasformatore di uscita per l'auricolare miniatura a bassa impedenza.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 4100, al completo. Vedere pagina 3.



REFLEX

MONOTRANSISTORE CLASSICO

Uno schema che molti conoscono, ma non per questo meno interessante per..... gli altri!

Nel capitolo relativo agli amplificatori audio, è riportato alla pagina 29 un circuito che dichiaratamente non è inedito: ma è descritto ugualmente per le sue doti di praticità e basso costo, ed anche perchè chi scrive lo aveva realizzato più volte, studiato e modificato, riscontrando sempre una invidiabile utilitarietà.

Anche il ricevitore che ora sarà descritto non è certo inedito, ed è certamente noto ad una parte dei lettori: ciononostante, a conti fatti, appare talmente pratico da essere tutt'ora interessante.

Lo schema mostrato nella figura 34, pare che sia stato sviluppato in origine dalla Allied Radio, intorno al 1954. Da allora è stato ripreso e modificato da molti progettisti, e si può dire che abbia fatto il giro del mondo: molti ricevitori nipponici della serie « da tremila lire » sono orientati nella stessa disposizione circuitale, molti articoli lo hanno presentato in varie elaborazioni, e perfino in Italia ha avuto una produzione industriale, nel noto e perfezionato ricevitore « Personal Radiosport » della ditta Marcucci di Milano, che apparve sul mercato alcuni anni addietro.

Il funzionamento è il più tipico dei reflex, come ora vedremo. Il segnale, al solito, è captato dalla Ferrite, selezionato dal circuito oscillante, e trasferito nella bobina adattatrice d'impedenza L2.

La base del transistor riceve una polariz-

zazione fissa dal partitore formato da R1 ed R4, ed il condensatore by-pass C2 chiude il circuito della base per la radiofrequenza. Il funzionamento del transistor è ulteriormente stabilizzato dal circuito R2 e C3, che tende a minimizzare la deriva termica (R2) pur senza indesiderate controeazioni (C3). In alta frequenza, il segnale amplificato appare al collettore del transistor, e non può superare l'impedenza JAF1, quindi si incanala verso il diodo DG, attraversando C4, che a segnali su « onde medie » oppone una reattanza assai modesta. Il diodo rivela il segnale, e la resistenza R3 funge da carico all'audio, mentre il condensatore C5 filtra la residua radiofrequenza, quindi l'audio viene prelevato dal condensatore di elevato valore C6 ed è retrocesso al lato « freddo » della bobina L2, che può essere attraversata con facilità dal segnale a bassa frequenza, il quale, quindi, non trova alcun ostacolo verso la base del transistor.

L'audiofrequenza viene ora amplificata dal transistor, così come la radiofrequenza, e si ritrova sul collettore.

Visto che C4 oppone ad un segnale di 1000 HZ una reattanza dell'ordine di $1M\Omega$, l'audio non torna al circuito rivelatore, ma trova invece un'agevole via attraverso l'impedenza JAF1, che sempre a 1000 HZ, oppone una reattanza di una frazione di ohm, quindi perviene alla cuffia. Come si vede, il funzionamento del circuito è estrema-

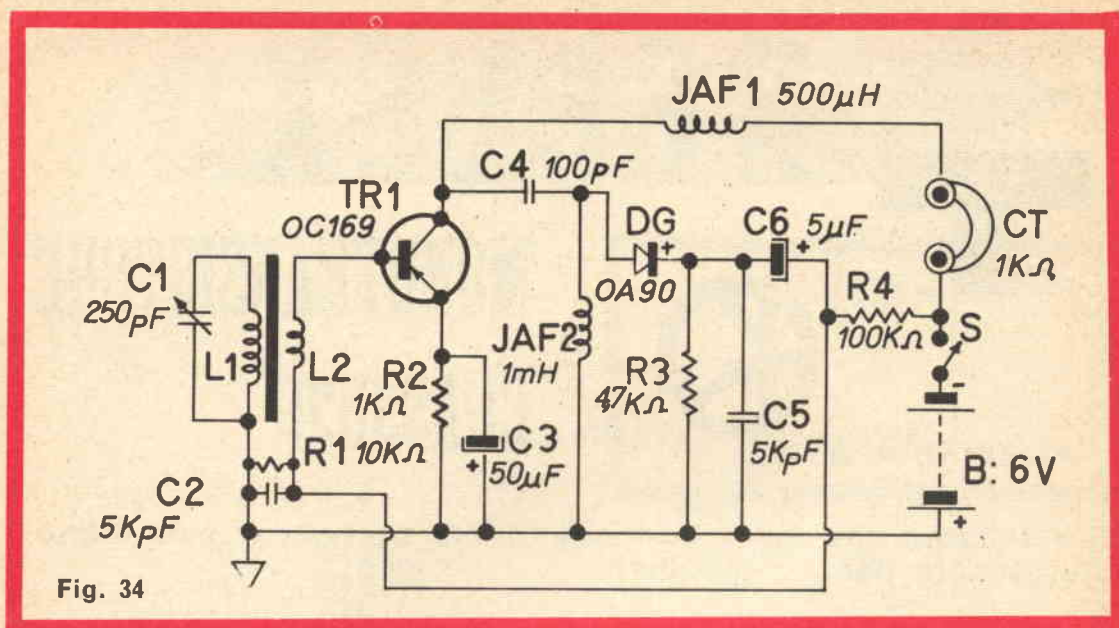
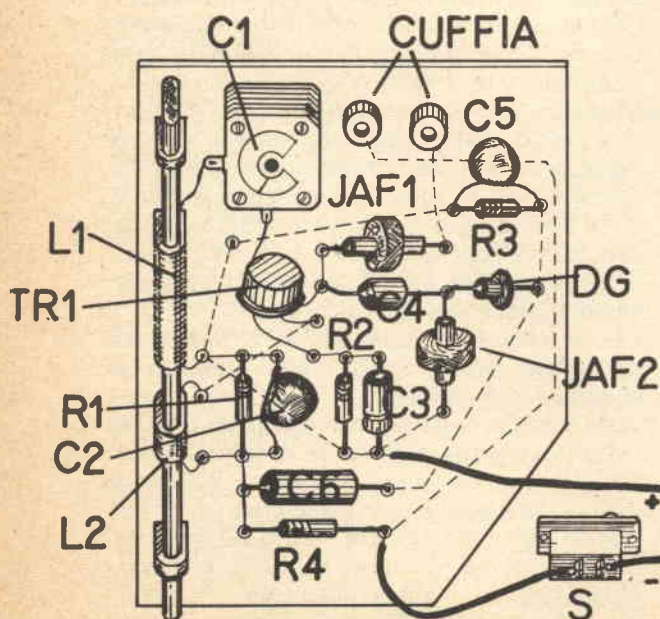


Fig. 34

mente lineare, e sulla carta, non dà luogo ad inconveniente alcuno. In pratica, invece, le cose possono cambiare a causa di incontrollabili accoppiamenti parassitari che accadono per la vicinanza dei componenti, qualora il ricevitore sia realizzato in uno spazio limitato.

Fig. 35



Ad esempio: se la impedenza JAF1 o il condensatore C4 sono posti accanto alla R1 o al variabile, per esigenze di montaggio, inevitabilmente innescherà una reazione in alta frequenza, causata dalla retrocessione dei segnali già amplificati, che può essere eliminata solo spostando i componenti. Inneschi minori possono essere smorzati aumentando il valore dei C5 e C2: talvolta anche accoppiando a C3 un altro condensatore da 47KpF in parallelo, quest'ultimo ceramico. Può essere utile anche bypassare la pila con un condensatore da 100 μF-12 volt lavoro.

A parte il pericolo degli inneschi, però, il ricevitore appare sensibile e selettivo, e dà un ascolto limpido delle più prossime emittenti, con un volume sorprendente, per un apparecchio munito di un solo transistor. Chi scrive, studiò per un laboratorio torinese una versione del circuito adatta ad essere montata su di un circuito stampato. La disposizione delle parti, in questo caso, è stata molto a lungo studiata per non avere dei disturbi parassitari: grosso modo, il montaggio richiama lo schema pratico raffigurato a lato, che può essere considerato una buona guida a una efficiente disposizione per i costruttori meno esperti.

I materiali per costruire questo progetto costano L. 4700 al completo. Vedere pag. 3.



IL REFLEX CLASSICO

con uno stadio amplificatore finale

Un buon ricevitore dalle prestazioni brillanti e sicure.

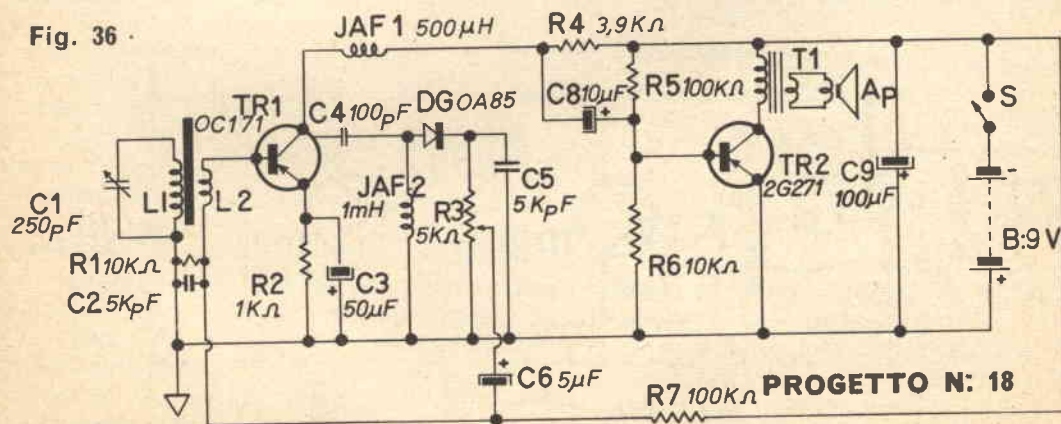
Accoppiando uno stadio finale audio al ricevitore reflex che abbiamo appena visto, si può costruire un ricevitore portatile di piccole dimensioni, che può azionare un altoparlante da 50 mW.

Lo schema modificato appare nella figura 36. Si nota che esso è pressochè identico a quello precedentemente descritto, con la differenza che è stata eliminata la cuffia ed al suo posto è presente la resistenza R4 che funge da carico per l'audiofrequenza; inoltre, al posto della resistenza fissa di carico del diodo, è stato adottato un potenziometro regolatore di volume (R3).

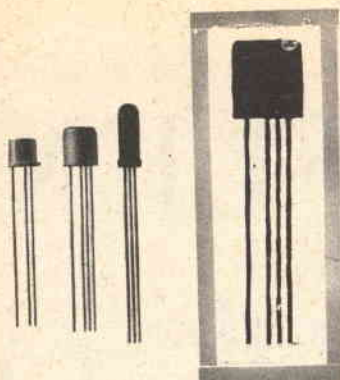
Lo stadio aggiunto è di tipo classico; esso usa un transistor 2G271 funzionante in classe A, la base del quale è polarizzata dalle resistenze R5 ed R6.

In queste condizioni il 2G271 dà una potenza d'uscita di circa 40 milliwatt, che è più che sufficiente ad azionare l'altoparlantino, attraverso il trasformatore d'uscita T1, che nel prototipo era il modello T45 della Photovox. È interessante notare che alcuni piccoli ricevitori giapponesi, come un tipo della « Hino Radio Co » ed altri siglati « Peewee Radio » o « NEC Boy Radio » usano circuiti strettamente simili a questo.

Fig. 36



I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 5200 al completo. Vedere pagina 3.



REFLEX sperimentale ad alto rendimento

Tutto da modificare, provare, e perchè no? Anche da perfezionare!

Un buon numero di dilettanti costruttori di piccoli apparecchi radio non intende dare alle realizzazioni un aspetto utilitario ovvero non pretende che ogni circuito sperimentale possa essere un ricevitore portatile per uso continuativo. A costoro, che sperimentano solo per il piacere di tentare nuove soluzioni e di approfondire lo studio dell'elettronica, è dedicato il circuito che appare nella figura 37.

Le caratteristiche salienti di questo ricevitore sono un rendimento estremamente spinto quando la reazione è regolata perfettamente, ed una notevole difficoltà a regolare la reazione a questo punto.

Il circuito si differenzia dagli altri presentati, perchè è un « reflex totale ». In altre parole, ambedue gli stadi impiegati fungono da amplificatori a radiofrequenza e da bassa frequenza, compito che generalmente è affidato al solo primo stadio. Anche questo apparecchio è basato su parametri ibridi, che sono difficilmente spiegabili con una esposizione piana che prescinda da formule matematiche: però in linea generale, il per-

corso dei segnali può essere esposto come ora diremo.

Il segnale sintonizzato, dalla presa sulla bobina L1 è avviato al condensatore C2, ed attraversando anche il C3, giunge al transistor TR1.

Il TR1 è del tipo PNP, ed è polarizzato, attraverso la JAF1, dal partitore formato dalle resistenze R2 ed R3.

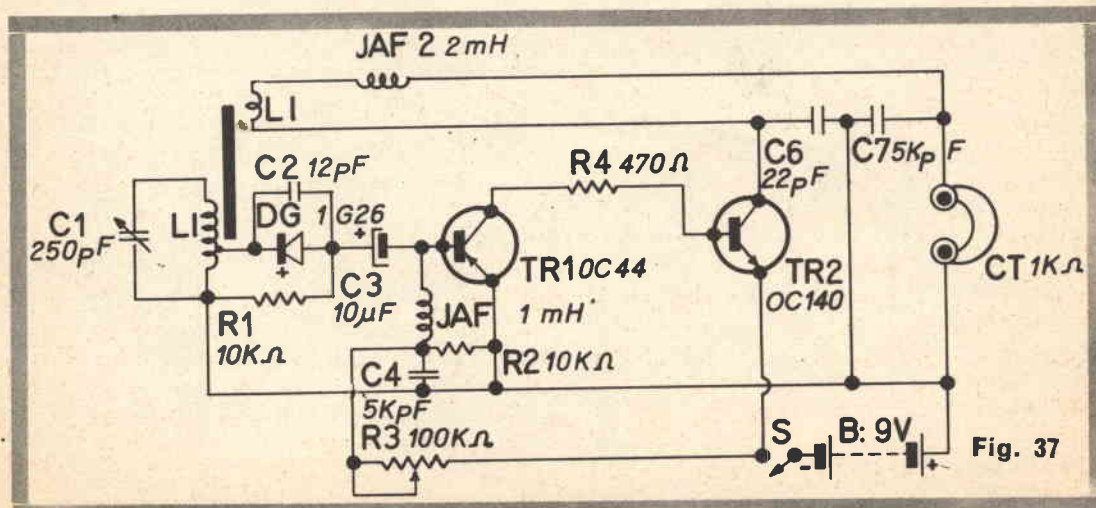
Quest'ultima è variabile, per poter variare il guadagno dello stadio. L'accoppiamento con lo stadio successivo è direttamente effettuato tramite la resistenza R4, che serve a limitare la corrente che potrebbe provocare la saturazione del TR2.

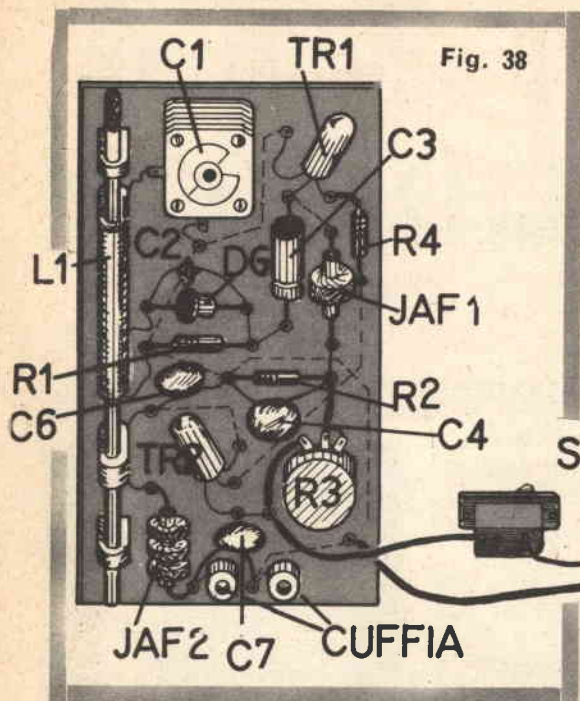
Il TR2 è un NPN: nel prototipo un OC140 della Philips: anche il secondo stadio funge da amplificatore RF.

Dal collettore di questo transistor la radiofrequenza viene prelevata dalla bobina L2 che la riporta alla L1.

Il segnale amplificato in alta frequenza, viene nuovamente applicato al diodo dalla presa esistente sulla L1.

Il diodo rivela il segnale, e l'audio appare ai





capi della resistenza R1. Siccome il condensatore C3 ha una capacità sufficientemente ampia, anche il segnale a bassa frequenza può giungere al TR1, e da questo, già amplificato, al TR2 attraverso la solita connessione diretta.

Dal collettore del TR2, l'audio giunge alla cuffia, superando la bobina L2 e l'impedenza JAF2, che non hanno un'induttanza tale da opporre la minima reattanza al segnale. Il condensatore C7 fuga la eventuale radiofrequenza che giungesse alla cuffia, dopo aver « saltato » la impedenza JAF per la capacità che esiste fra le sue spire.

È da notare che la chiarezza necessaria alla comprensione, ci ha imposto di analizzare il circuito in « due tempi »: una prima volta per la radiofrequenza, una seconda per il percorso dell'audiofrequenza: viceversa, i fenomeni esposti avvengono naturalmente contemporaneamente nel circuito, cosicchè sarebbe stato più veritiero dire: « dalla presa sulla bobina L1, il segnale a radiofrequenza attraversa C2 ed è contemporaneamente rivelato dal diodo, sicchè attraverso al condensatore C3, si presentano un segnale audio ed uno RF che contemporaneamente giungono alla base del transistorore... eccetera ».

Il parere di chi scrive, però, è che questa forma di descrizione non sarebbe stata molto chiara.

Come si diceva all'inizio, questo ricevitore è tipicamente sperimentale e ciascuno potrà sbizzarrirsi a trasformarlo o modificarlo onde ottenere i migliori compromessi fra stabilità, rendimento in uscita, sensibilità, dolcezza di regolazione ecc.

Di seguito, diremo dell'effetto di qualche modifica tentata sul prototipo.

Aumentando il valore del condensatore C2 la stabilità cresce, però si perde parte della sensibilità; quindi della potenza di uscita: inoltre, tanto maggiore è il valore del condensatore C2, minore è la selettività: si può formulare in proposito più di una spiegazione (caricamento indiretto della bobina con perdita di « Q », eccetera) ma nessuna è molto convincente.

Diminuendo il valore del C2, si ottiene una efficienza sempre maggiore, ma presto il controllo della reazione diviene impossibile. Aumentando il valore del C4 il controllo della reazione migliora, ma si perdono gli acuti nella riproduzione audio fino ad avere una inaccettabile ricezione «cupa».

Collegando un transistor più sensibile (OC170) al posto dello OC44 segnalato non si ha alcun vantaggio apparente: non si sono ritoccati i valori di R3 ed R2, durante la prova con l'OC170; un ridimensionamento del partitore potrebbe forse portare a dei vantaggi.

Sostituendo l'OC141 a l'OC140 consigliato, in contrasto alla evidenza il rendimento del prototipo peggiora, e l'instabilità diviene più marcata.

Aumentando il valore del C6 si ha una minore sensibilità ed una maggiore stabilità. Togliendo C6 la reazione (nel prototipo) innesca a fatica, forse per un fenomeno di sfasamento del segnale, ed appare regolabile solo in un punto molto ristretto, su tutta la corsa del potenziometro R3.

Aumentando o diminuendo del 100 per 100 il valore dell'impedenza JAF2, si hanno ben poche variazioni di rendimento.

Queste sono state le prove condotte da chi scrive su di un prototipo di questo ricevitore: ed ora, sotto a chi tocca, per gli appassionati.

I materiali per costruire questo progetto costano L. 4500 al completo. Vedere pag. 3.

REFLEX

ESEMPIO DI COMBINAZIONE DI DUE CIRCUITI:

Un ricevitore radio di buone prestazioni.

Così come lo schema precedente era dedicato a chi desidera sperimentare e studiare, questo circuito è invece dedicato a chi desidera costruirsi un ricevitore portatile efficiente con una spesa molto limitata ed usarlo nelle esecuzioni all'aperto oppure in casa.

Non si tratta di un altro circuito originale; lo schema, che appare alla figura 39, è invece la combinazione di due schemi già commentati; il ricevitore reflex reazionato che abbiamo visto alla pagina 54 di questo stesso capitolo, e un amplificatore a tre transistori già descritto.

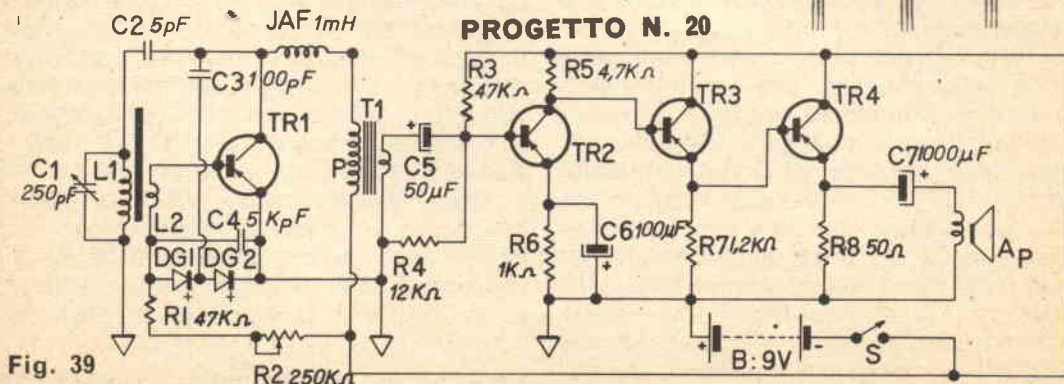
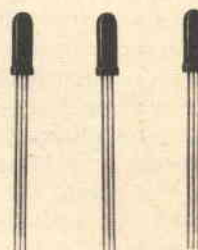
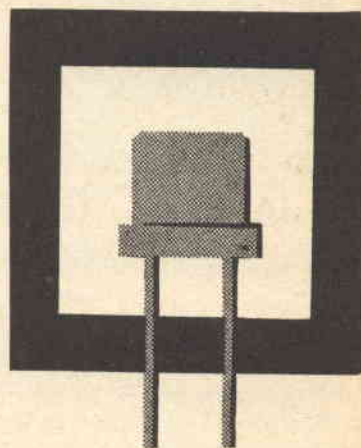
Pur avendo quattro soli transistori, questo ricevitore offre delle prestazioni che si possono definire simili a quelle che offre una supereterodina dotata dello stesso numero di stadi. La potenza di uscita del complesso si aggira sugli 80 milliwatt con un campo di 10 millivolt/metro.

In pratica, ciò significa che questo ricevitore può captare i segnali delle reti nazionali in quasi tutte le situazioni; anche a molti chilometri dalle emittenti, offrendo una ragionevole potenza.

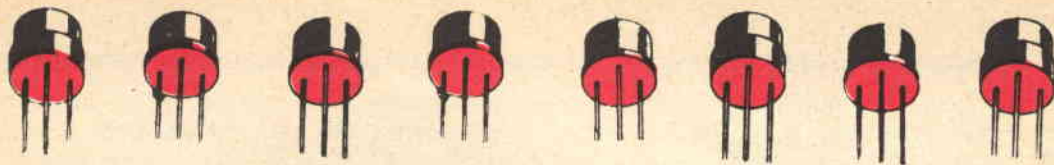
Ogni commento al circuito è superfluo, essendo stati già trattati nelle pagine segnalate, i due « blocchi » che compongono il ricevitore.

Di diverso, non c'è che il trasformatore d'accoppiamento T1, che è un T70 Photovox, un N22 della Fortiphone, o qualsiasi equivalente a rapporto 3:1 oppure 4:1.

1+3



I materiali al completo per costruire questo apparecchio costano L. 7100. Vedere pagina 3



SUPERETERODINA

a due transistori

PROGETTO N. 21

Ecco un circuito "nuovo" basato sulla classica supereterodina

Il penultimo piccolo ricevitore per onde medie di questa selezione, è una supereterodina; una supereterodina assai particolare, però: che è munita di due soli transistori, che esplicano tutte le funzioni necessarie per il buon funzionamento del circuito, cioè: amplificazione del segnale RF, oscillazione locale, miscelazione, amplificazione a media frequenza, amplificazione audio.

È possibile che due soli transistori compiano tutte queste funzioni, facendo funzionare uno dei due in reflex e contemporaneamente come amplificatore sia dell'audiofrequenza che del segnale a frequenza intermedia. Comunque ciò sarà subito chiarito mediante l'analisi dello schema del ricevitore (appare nella figura 40) che ci accingiamo a compiere.

Il segnale sintonizzato dal circuito oscillante formato da L1 e C1, è trasferito alla base del primo transistor dal condensatore C2, la funzione del quale è di isolare la base da massa, perchè essa possa mantenere inalterato il suo potenziale di polarizzazione, che è prodotto dal partitore R1-R2.

Il transistor TR1, amplifica il segnale proveniente dall'ingresso, e che poi appare sul collettore.

Contemporaneamente, lo stesso transistor oscilla fra il collettore e l'emettitore, tramite il circuito reattivo formato dagli avvolgimenti L2 ed L3.

Questa oscillazione ha una frequenza determinata dal valore di C4, ed è inferiore di 467 KHZ a quella dei segnali d'ingresso, a causa della minore capacità del variabile C4, che è meccanicamente accoppiato al C1.

I segnali, quello d'ingresso, amplificato, più quello locale si ritrovano all'uscita del transistor miscelati sotto forma di un unico segnale a radiofrequenza del valore di 470 KHZ (differenza fra i due segnali) che appare in parallelo al primario del trasformatore «M1» che con il condensatore posto in parallelo che si vede nello schema, s'accorda per l'appunto a questa frequenza.

Il segnale a 470 KHZ attraversa il trasformatore, e passando al secondario, viene connesso alla base del secondo transistor TR2 che lo amplifica.

È da notare la polarizzazione di questo stadio, che viene applicata dalle resistenze R4 ed R5 sul capo freddo del secondario, mentre il condensatore C5 chiude a massa il ritorno per il segnale.

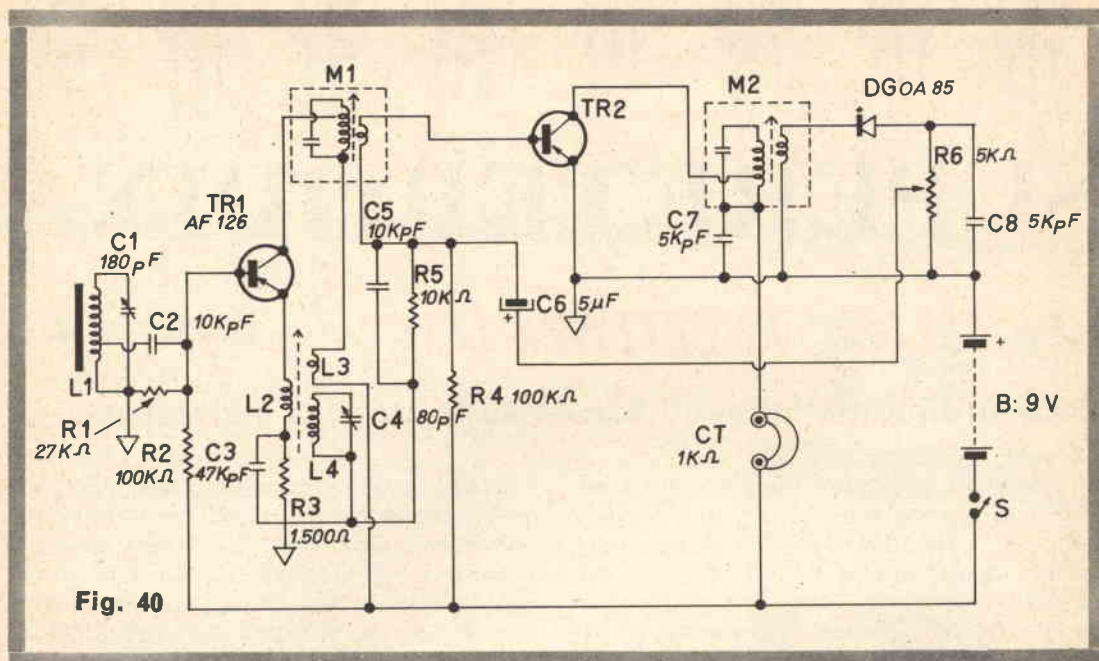
Il TR2 restituisce il segnale a 467 KHZ debitamente amplificato, in parallelo al primario del secondo trasformatore di media frequenza M2.

Al secondario dello stesso si trova un circuito rivelatore, composto dal diodo DG, dal potenziometro che controlla il volume R6 e dal condensatore di fuga C8.

Dal cursore, il segnale audio che risulta dalla rivelazione attraverso il condensatore C6 è riportato alla base del TR2, che amplifica anche la bassa frequenza.

Il primario del trasformatore M2, non offre una reattanza sufficiente per bloccare l'audiofrequenza, che quindi passa direttamente alla cuffia CT, venendo nel contempo filtrata dal condensatore di by-pass C7.

È da dire che questo ricevitore appare, se montato in una versione miniatura, un eccellente ricevitore «personal»: sensibile, selet-



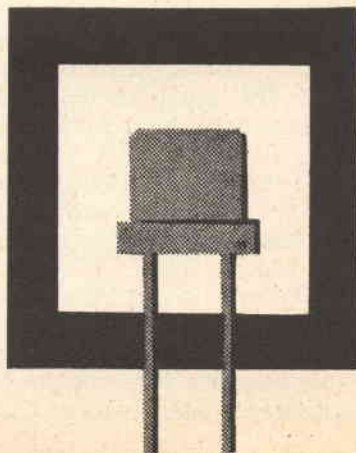
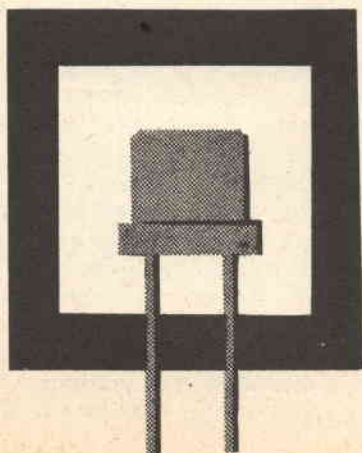
tivo, stabile; offre una ottima ricezione, laddove i precedenti circuiti sono impossibilitati ad una sufficiente captazione dei segnali per la loro non eccessiva sensibilità.

Il montaggio di questo complesso non è difficile come si ritiene comunemente quando si tratta di una supereterodina: in effetti, anche se il secondo stadio è reflex, uno schema del genere che usa due soli transistori non può offrire una grande complessità di cablaggio.

Comunque, per i meno esperti, anche questa filatura può riservare delle incognite: quindi, si è creduto opportuno preparare un chiaro piano di montaggio che appare nella fig. 29.

I componenti impiegati nel prototipo sono tutti nazionali. Gli avvolgimenti sono ricavati dalla trousse GBC che comprende la bobina d'aereo, l'oscillatore (L2-L3-L4) e tre medie frequenze.

L'ultima media frequenza e la prima sono da impiegare, mentre la seconda, non trova utilizzazione in questo montaggio. Chi volesse acquistare i componenti detti separatamente, può approvvigionare la bobina oscillatrice CS5 della Corbetta, e le medie frequenze Corbetta 5001 e 5002, mentre la Ferrite completa di avvolgimenti può essere della stessa marca o anche un ricambio d'altra provenienza, in quanto oggi il valore



di media frequenza ed i dati per le bobine di ingresso sono standardizzati, ed eventuali piccole variazioni saranno compensate dall'allineamento, di cui fra poco parleremo.

Completeremo intanto le note sui materiali, dicendo che il variabile è il solito giapponese o il similgiapponese da $180 + 80$ pF, mentre le resistenze sono tutte da $1/4$ di watt al 10 per cento di tolleranza.

I condensatori fissi sono tutti ceramici a bassa tensione, escluso C6 che è un micro-elettrolitico. Una particolare raccomandazione deve essere fatta per i due transistori: essi, nel prototipo erano un AF126 ed un AF105 (TR1-TR2) - Se il lettore vuole provare tipi diversi, e liberissimo di farlo: ma l'AF105 in particolare è assai critico, e sostituendolo è necessario ritoccare i valori resistivi del suo stadio.

La taratura, che occorre eseguire per i ricevitori di questo genere, non è complicata: in sede di prova, si può sintonizzare una stazione, e regolare più volte i nuclei delle due medie frequenze (M1-M2) fino ad ottenere il segnale più intenso all'uscita. Ciò fatto, si può rotare lentamente il compensatore del variabile C1 fino a che l'apparecchio manifesta la massima sensibilità. Se il lettore dispone di un oscillatore modulato, a questo punto può regolare anche la bobina oscillatrice, per ottenere la copertura di gamma prevista: diversamente, la taratura può essere completata aggiustando il nucleo fino a sentire le stazioni che trasmettono ai due estremi delle onde medie, rilevabili dal Radiocorriere o anche sulla scala di una qualsiasi supereterodina commerciale funzionante su tale gamma.

I materiali al completo per costruire questo apparecchio costano L. 5900. Vedere pagina 3.

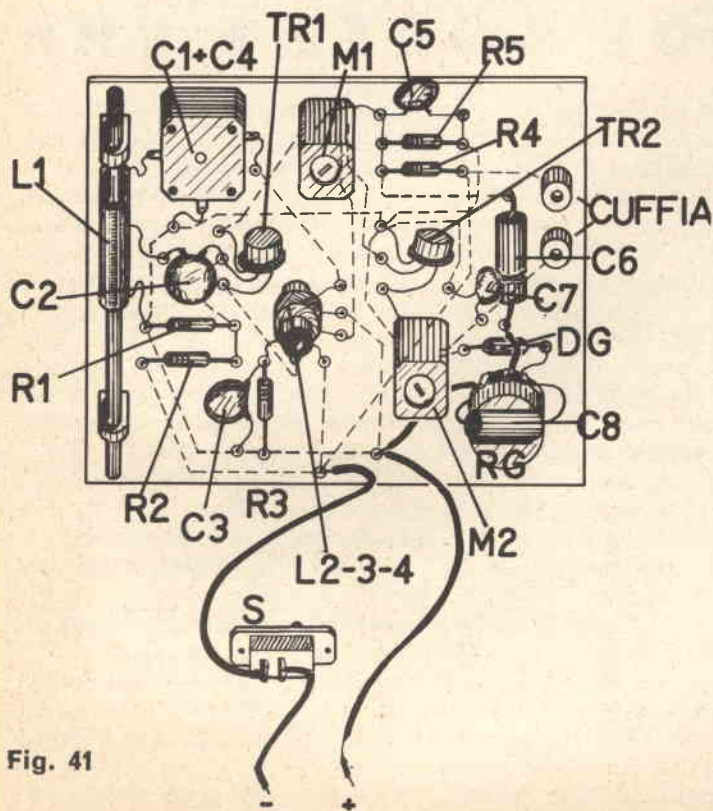


Fig. 41

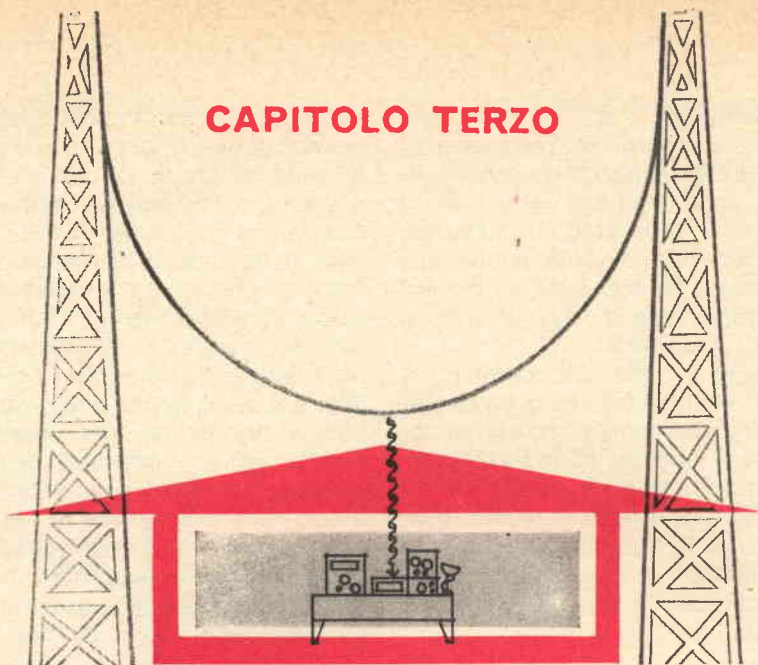
NOTE SULLA TRASFORMAZIONE DELLA SUPERETERODINA «PERSONAL» IN UN PORTATILE A QUATTRO TRANSISTORI

Aggiungendo alla supereterodina ora descritta l'amplificatore audio a due transistori che è stato descritto alla pagina 4 del precedente capitolo, si può ottenere un ricevitore funzionante in altoparlante, che pur essendo poco costoso e facile da costruire, ha un ottimo rendimento ed eroga una potenza d'uscita sufficiente per l'ascolto anche all'aperto da più persone.

Le modifiche al ricevitore sono ben poche: la sostituzione della cuffia con una resistenza di carico per il transistor TR2 ($2,7K\Omega$) oltre all'aggiunta di un condensatore d'accoppiamento da $10\mu F$ che dal lato caldo della stessa resistenza trasferisca l'audio agli stadi aggiunti.

Nessuna altra nota è necessaria per questo adattamento, visto che l'amplificatore è compiutamente descritto nel paragrafo che gli è dedicato.

CAPITOLO TERZO



TRASMETTITORI PER ONDE CORTE E VHF

Non è molto che si lavora sui trasmettitori completamente transistorizzati: ancora nel 1955-56, le industrie costruttrici di Handie-Talkies per uso militare, progettavano dei complessi che utilizzavano il ricevitore ed il modulatore transistorizzati, e la parte RF emittente servita da valvole subminiatura. Visto che le apparecchiature militari rappresentano sempre lo « standard » d'eccellenza raggiungibile, si può dire che nel periodo citato i trasmettitori interamente transistorizzati erano ben lungi da offrire delle caratteristiche pratiche di potenza ed attendibilità reali.

Solo sei-sette anni fa, erano unicamente i radioamatori a prendere in considerazione i transistori per gli apparati trasmettenti, più che altro impostati sul 2N384 della RCA, unico transistor in grado di fornire 100 milliwatt a frequenze che raggiungevano i 100 MHz, reperibile negli anni cinquanta. Ben altro discorso deve essere fatto oggi: con l'avvento dei Mesa e dei transistori Planar, da un piccolo elemento di silicio si possono ottenere diversi watt, sulle onde corte e sulle VHF.

Molti dei nuovi transistori, possono fornire delle rilevanti potenze anche sulle UHF, fino a mille MHz, il che pareva un sogno solo alcuni anni addietro!

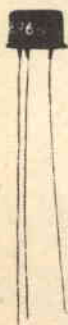
In questo capitolo sono commentati i circuiti di una diecina di oscillatori e trasmettitori a transistori pratici, sperimentati uno per uno, aventi potenze variabili da poche decine di milliwatt ad alcuni Watt.

Il lettore noterà che tutti i complessi presentati lavorano su frequenze alte: da 28 MHz in poi.

Chi scrive, ha infatti condotto delle prove sfavorevoli sulle gamme classiche di 3, 5, 7, 14 MHz: su queste frequenze, infatti, la presenza di stazioni d'amatore da 100 e più watt ed il notevole QRM non permette ai trasmettitori di piccola potenza d'inserirsi nel traffico con l'autorità sufficiente.

Per contro, nelle VHF, i minuscoli trasmettitori a transistori offrono eccellenti prestazioni e possono dare grandi soddisfazioni all'operatore.

4 OSCILLATORI AD ALTO RENDIMENTO



Un trasmettitore a transistori (e non) è principalmente caratterizzato dallo stadio oscillatore e dell'amplificatore finale. Nelle apparecchiature allo « stato solido » generalmente si preferisce il controllo a quarzo per l'oscillatore, dato che esso deriva facilmente dalla frequenza prevista per le variazioni della tensione d'alimentazione, ed anche per le variazioni della temperatura ambientale.

Lo stadio finale, nei trasmettitori transistorizzati, lavora quasi sempre in classe C, direttamente pilotato in conduzione dalle creste del segnale ad alta frequenza direttamente proveniente dall'oscillatore, o amplificato dagli stadi intermedi.

L'evoluzione dei circuiti ha « filtrato » via via i migliori oscillatori, a cura degli sperimentatori, sicchè, oggi, poco più di mezza dozzina di circuiti tipici sono generalmente usati per qualsiasi apparecchiatura emittente.



PROGETTO N. 22

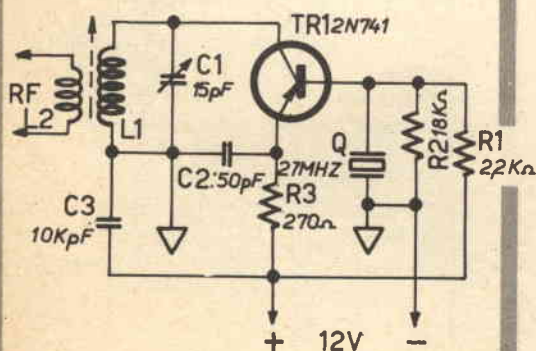


Fig. 42

PROGETTO N. 23

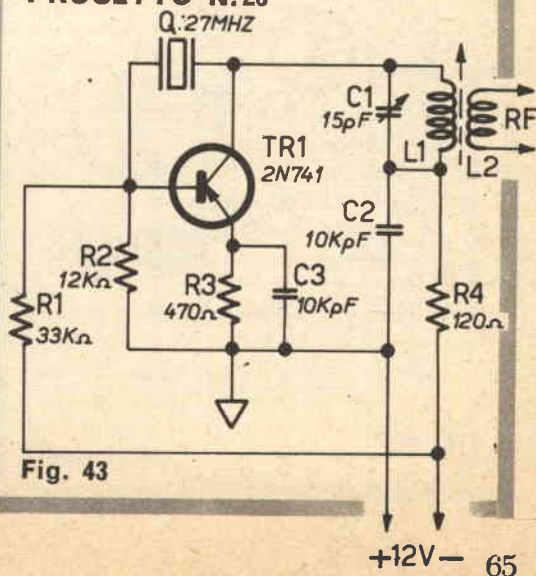


Fig. 43

È particolare convinzione di chi scrive, suffragata da centinaia di prove, che i migliori oscillatori a cristallo siano i quattro che ora saranno descritti, i quali offrono un innesco facile e stabile, una notevole indifferenza alla temperatura ambientale, ed un aggiustamento non critico.

Il primo circuito, è visibile alla figura 42.

Si tratta di un derivato del «Pierce» di buona memoria. I circuiti a transistori, offrono non poche sorprese ai meno esperti: ad esempio, quello presentato, contro ogni apparenza è a base comune; e non deve trarre in inganno la presenza del condensatore C2 (che sembra disaccoppiare l'emittitore) dato che esso, per contro, serve allo sfasamento che è necessario per provocare l'oscillazione.

L'innesco, si ha per la presenza delle capacità parassitarie fra gli elementi del transistor, che causano l'accoppiamento collettore-emettitore.

Il cristallo controlla la frequenza delle oscillazioni, e la uscita a radiofrequenza è disponibile sulla bobina L2.

Riguardo agli altri componenti, diremo che le resistenze R1-R2 formano un partitore che assegna la giusta polarizzazione alla base, e che il «C3» è un normale «by-pass» che serve ad evitare accoppiamenti parassiti sulla linea dell'alimentazione.

A proposito di quest'ultima, si nota che apparentemente le tensioni sono applicate «a rovescio» rispetto al normale: il fatto che il negativo sia a massa ed il positivo sia isolato (insolito davvero in un circuito impiegante un PNP), si deve

Nella figura 46 è illustrato lo schema pratico del circuito di figura 42, nella 47 quello del circuito di figura 43, nella 48 quello di figura 44 ed infine nella 49 appare lo schema pratico dell'oscillatore di figura 45.

PROGETTO N. 24

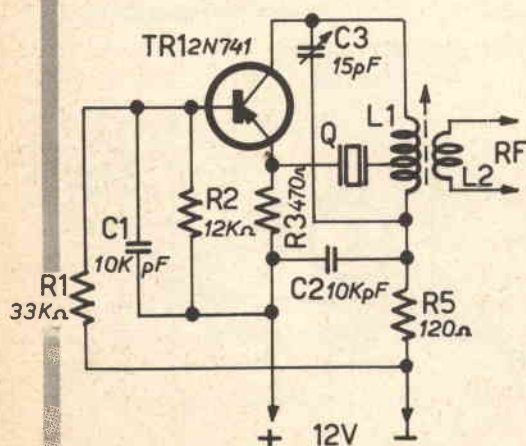


Fig. 44

PROGETTO N. 25

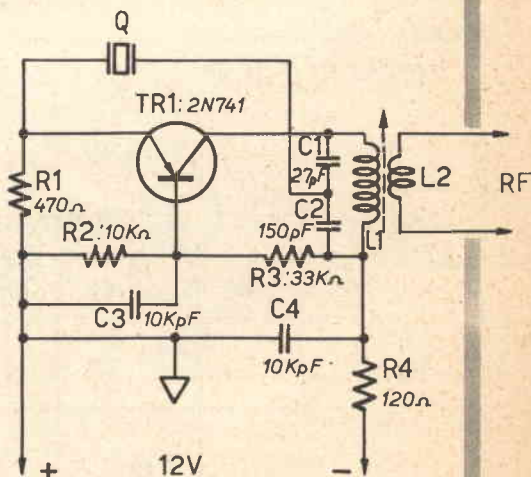
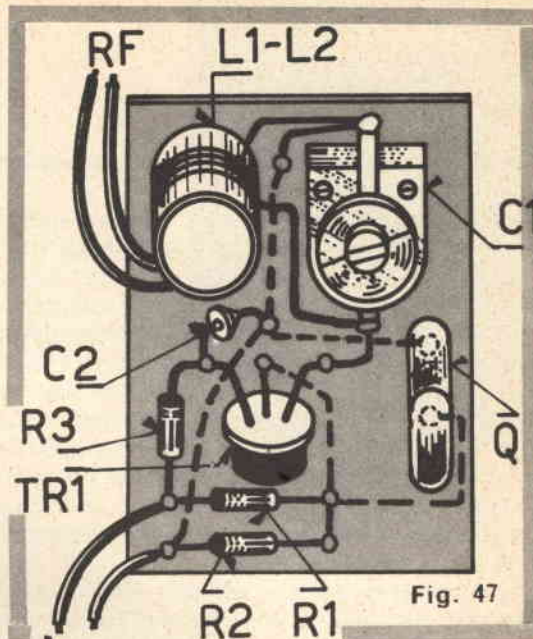
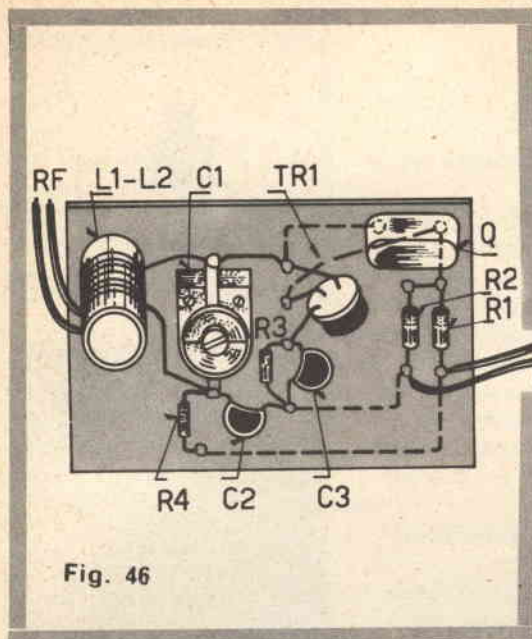


Fig. 45

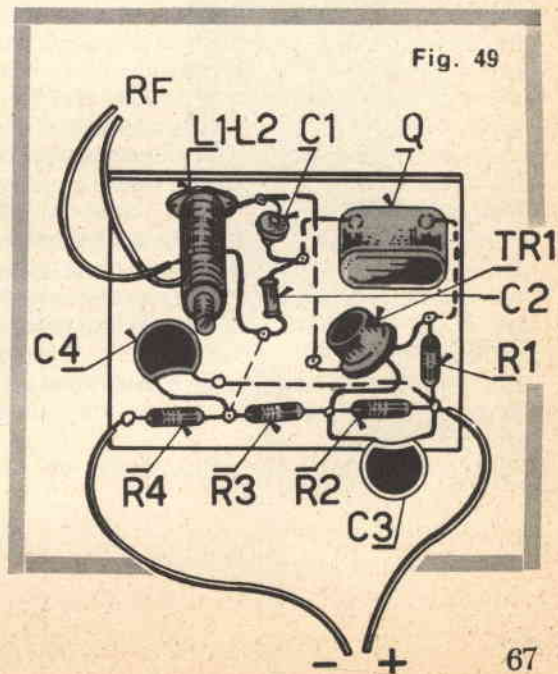
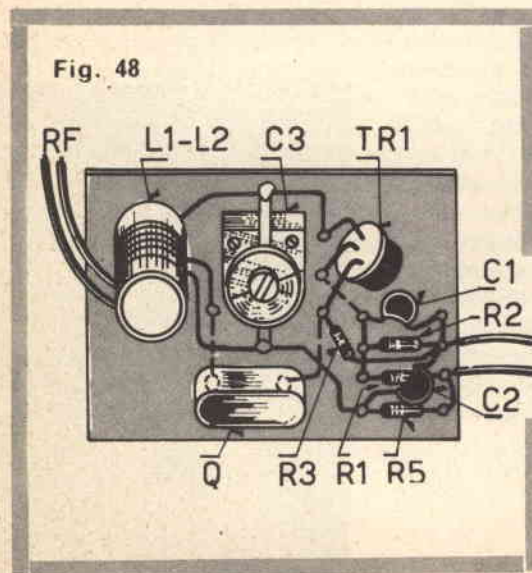


all'utilizzazione dell'oscillatore: esso, in origine, serviva per pilotare un finale munito di un transistor 2N706, che è del tipo NPN, connesso con l'emettitore a massa, per cui non era comoda nessun'altra soluzione circuitale.

Il transistor impiegato in questo oscillatore, è il « Mesa » 2N741 della Motorola.

Il lieve maggior costo di questo, rispetto ai transistori al Germanio che lo potrebbero sostituire, è largamente compensato dalla maggior uscita, dalla minor deriva termica e dalla migliore stabilità e facilità nell'innesco delle oscillazioni, che riescono ad attivare anche quei quarzi « pigri » quali frequentemente si trovano fra quelli previsti per funzionare nella « Terza armonica ».

Il 2N741 è reperibilissimo in Italia, essendo distribuito dalla ditta Metroelettrica di Milano, che ha sede in viale Cirene 18.



Un altro schema di oscillatore derivato dal « Pierce » è visibile alla figura 43.

Il circuito precedente era un « base a massa ». Quest'altro, è impostato sul transistor connesso con l'emettitore a massa.

Nello schema in esame la reazione che causa le oscillazioni è innescata fra il collettore e la base del transistor, e la radiofrequenza attraversa direttamente il cristallo « Q ».

Pur cambiando la disposizione circuitale, i componenti sono del tutto simili a quelli dello stadio precedente: R1 ed R2 formano il partitore per la base, con gli identici valori; C1 ed L1 formano il circuito oscillante d'uscita, C2 e C3 sono condensatori di fuga.

La resistenza R4 serve a disaccoppiare parzialmente l'oscillatore dall'alimentatore generale.

Sia il primo oscillatore esposto che il secondo, sono direttamente modulabili; perfettamente allineati, essi assorbono dai 2 ai 5 milliampère, hanno quindi una « potenza » che varia da 20 a circa 60 milliwatt: modulandoli, possono divenire dei trasmettitori sulla gamma dei 27 MHz, ove sono di comune impiego delle apparecchiature dall'imput microscopico, talvolta anche minore di quello detto.

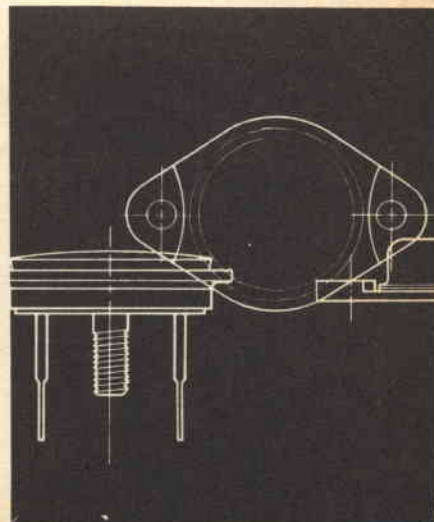
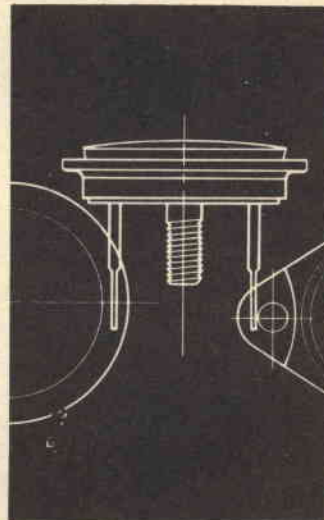
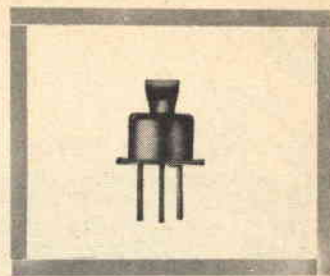
Altri due oscillatori a cristallo per i 27 MHz, appaiono nelle figure 44 e 45.

Il primo di essi è basato sulla reazione fra il collettore e l'emettitore, che si ottiene tramite una presa sulla bobina L1, in serie al collettore, cui è connesso un reoforo del quarzo, che è collegato dall'altro lato all'emettitore.

Tutti i componenti di questo oscillatore sono strettamente simili a quelli impiegati sugli altri circuiti: il particolare che distingue questo generatore dagli altri, è che la regolazione del circuito oscillante ha una notevole importanza, agli effetti del rendimento: infatti, la « curva » del rendimento dell'oscillatore, tracciata sull'ampiezza del segnale in uscita nei confronti dell'allineamento fra la frequenza del cristallo e del « tank », dimostra un picco notevolissimo quando si sia raggiunto l'accordo perfetto.

Questo oscillatore, può assorbire una potenza superiore a quella massima raggiunta dai due precedentemente visti, se l'allineamento è preciso; un assorbimento di 6 milliampère non è un caso raro usando un cristallo attivo: in altre parole, « l'imput » di questo circuito, può essere superiore ai cinquanta milliwatt, il che è senz'altro un buon risultato: ciò permette il pilotaggio diretto di uno stadio finale di notevole potenza.

L'ultimo oscillatore, non offre prestazioni migliori di quello



ora descritto: è riportato a titolo d'esemplificazione, per mostrare una variante pratica.

Lo schema del complesso è mostrato alla figura 33, e l'unica importante variazione, rispetto all'oscillatore testè presentato, è che il quarzo « ritorna » ad un partitore capacitivo, invece che ad una presa nella bobina.

Si può quindi affermare che questo circuito è un « Colpitts ». A differenza del precedente ed a somiglianza con l'oscillatore della figura 31, si ha, in questo caso, un minor potere di regolazione da parte del circuito accordato, ed anche una dissipazione minore di quella che presenta l'oscillatore con la presa sulla bobina.

Costruttivamente, tutti e quattro i circuiti presentano le stesse difficoltà; è comunque necessario che le connessioni siano estremamente corte, e che le varie parti siano disposte con l'intento di facilitare questo concetto di realizzazione. Anche perchè le potenze in gioco non sono poi eccessive, è importante che non si verifichino perdite: le bobine dev'ono essere avvolte su di un supporto in plexiglass da 14 millimetri, con nucleo ferromagnetico: consisteranno di 16 spire di filo da 0,8 millimetri in rame argentato, spaziate di un millimetro.

Per il circuito che prevede la presa, essa sarà effettuata a quattro spire dal lato opposto al collettore.

I quarzi usati dall'autore in questi oscillatori erano costruiti dalla « Super Radio » di Livorno.

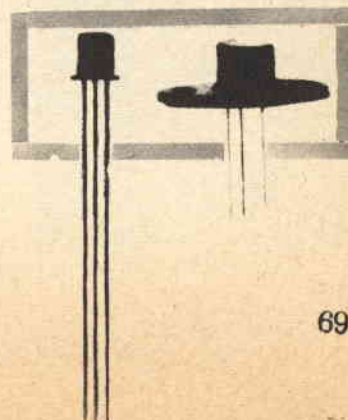
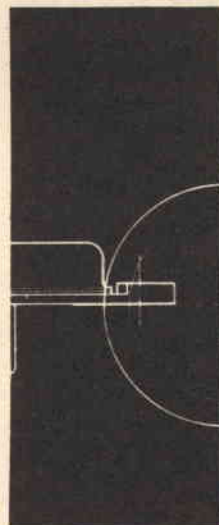
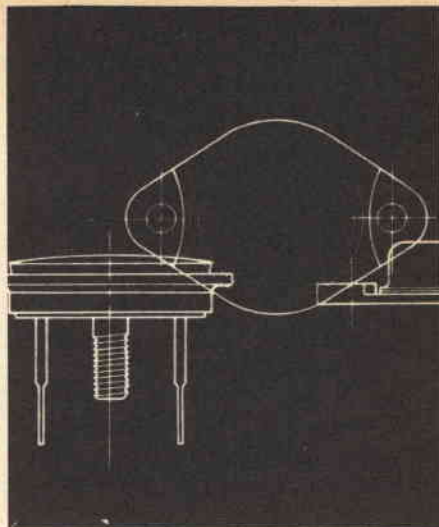
La qualità di questi cristalli è molto buona ed il loro rendimento alto: per contro, il costo è limitato.

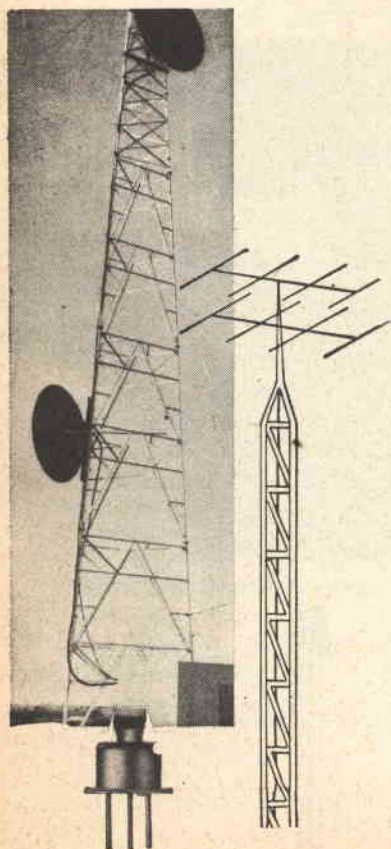
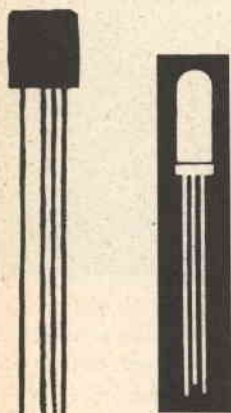
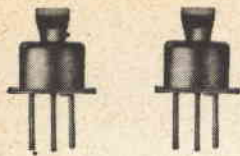
Tutti i condensatori sono ceramici, e tutte le resistenze sono da mezzo watt al dieci per cento di tolleranza: fanno eccezione i condensatori C1 e C2 dell'ultimo oscillatore descritto, che devono essere in mica argentata.

Abbiamo già detto che il transistor utilizzato è in tutti e quattro i casi il 2N741 Mesa, costruito dalla Motorola. Un modello leggermente più costoso, il 2N741 /A, può essere usato come sostitutivo diretto, ed è stato provato anche il 2N1141, epitassiale, della stessa marca.

Quest'ultimo, seppur non è conveniente economicamente, può sostituire il 2N741 con notevoli vantaggi, in particolare per la maggior potenza ottenibile (oltre 80 mW) e per la maggiore facilità nell'ottenere una oscillazione stabile, dimostrata dal lavoro in unione a quarzi di marca ignota e di rendimento scarso, acquistati dall'autore presso un rivenditore di materiali « Surplus » per... trecento lire l'uno.

I materiali per costruire uno qualsiasi di questi oscillatori, al completo costano L. 4800. Vedere pagina 3.





UN SEMPLICE TRASMETTITORE

Anche se è stato progettato anni fa, questo schema può interessare i principianti di oggi

Lo schema che si vede alla figura 50, è quello di un trasmettitore molto semplice, sperimentato molti anni addietro dall'autore.

Il trasmettitore è impostato su due stadi: Il TR1, OC170 oscillatore (pagato nel 1959... 4200 lire!) ed il TR2 (OC171) amplificatore finale in classe C.

L'oscillatore è « in nuce » lo schema presentato alla figura 31 dello scorso capoverso.

Si tratta di un Pierce funzionante sulla reazione collettore-base, che è effettuata attraverso il quarzo « Q ».

Si noterà che la base del transistor, e tutto lo stadio, non prevedono alcun circuito di stabilizzazione: in quei tempi, essendo il circuito sperimentale, si cercava di semplificare ad oltranza!

Il segnale RF generato dall'oscillatore, è presente sulla bobina L1, che forma un circuito oscillante a 28 MHz, in unione al condensatore C2.

Per ottenere un buon trasferimento dell'energia RF, verso lo stadio successivo, la bobina L2 che è accoppiata alla precedente, ha un numero di spire minore, dato che l'impedenza d'uscita dell'oscillatore è assai più grande di quella d'ingresso dello stadio finale.

Quest'ultimo, si noti, non ha una polarizzazione fissa per la base; la conduzione del transistor TR2, è provocata unicamente dal segnale di pilotaggio a radiofrequenza, quando esso raggiunge un'ampiezza sufficiente durante la semionda negativa.

Per tutta la semionda positiva ed all'inizio ed alla fine del semiperiodo negativo, il transistor TR2 non conduce.

In queste condizioni, il funzionamento dello stadio finale è in « classe C », con la quale si ottiene un alto rendimento. Un'altra rimarchevole dote del sistema è che, a differenza di altri circuiti, in questo non è possibile che lo stadio finale si sovraccarichi, e che si rovini il transistor mancando il segnale di pilotaggio.

Infatti, ammettendo che l'oscillatore si blocchi, il finale semplicemente smette di funzionare, assorbendo solamente una corrente minore della Ico (corrente di fuga) propria del transistor.

Pur essendo rudimentale, il trasmettitore schematizzato è pienamente utilizzabile: la potenza che si può ottenere alla uscita è di circa 20 milliwatt, quindi non del tutto disprezzabile.

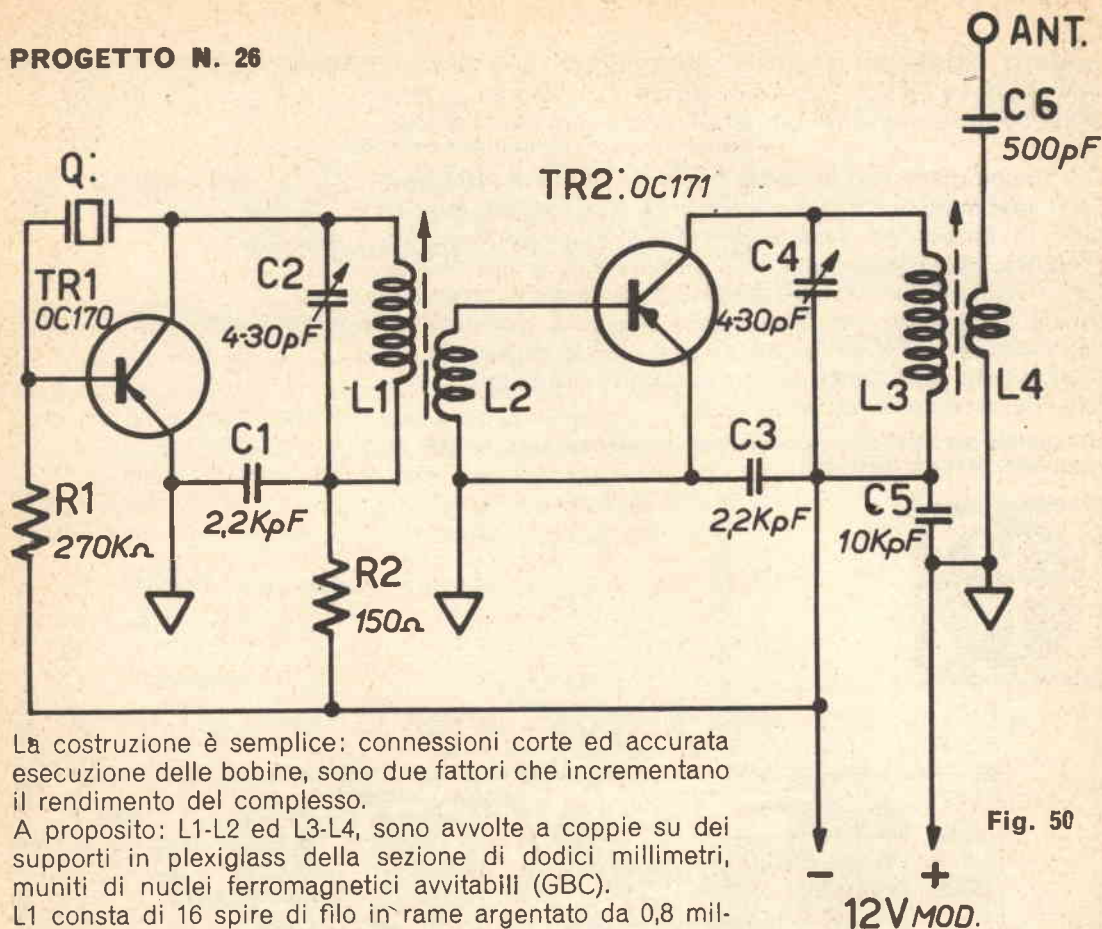


Fig. 50

La costruzione è semplice: connessioni corte ed accurata esecuzione delle bobine, sono due fattori che incrementano il rendimento del complesso.

A proposito: L1-L2 ed L3-L4, sono avvolte a coppie su dei supporti in plexiglass della sezione di dodici millimetri, muniti di nuclei ferromagnetici avvitabili (GBC).

L1 consta di 16 spire di filo in rame argentato da 0,8 millimetri, L2 di quattro spire dello stesso filo.

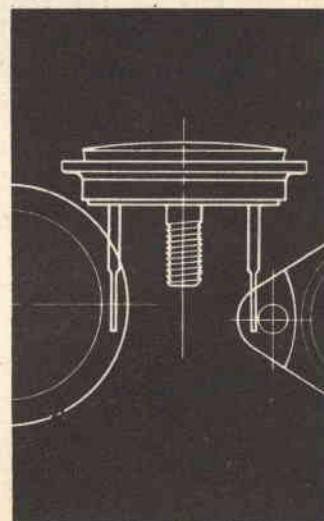
L3 ed L4, sono rispettivamente identiche alle precedenti. Per ottenere un buon accoppiamento, L1 ed L2 sono avvolte quasi di seguito, e così L3 ed L4: ciascuna coppia sul proprio supporto.

Questo complessivo, può essere modulato da un piccolo amplificatore audio che eroghi da 20 milliwatt al carico; Un OC72 finale sarà più che sufficiente.

Si noterà che l'oscillatore riceve parte della modulazione, essendo la sua tensione negativa, prelevata assieme a quella dello stadio finale.

Il circuito è costituito in questo modo, per tentare di raggiungere il cento per cento della profondità di modulazione. Infatti, modulare profondamente un trasmettitore a transistori, involve dei problemi ben più ardui che quelli posti da uno a valvole: nei picchi di modulazione, il transistor finale RF va verso la saturazione, e mentre il guadagno (hfe) cala, si ha una distorsione dell'alta frequenza emessa, che non accompagna nella forma il segnale modulante, ma appare squadrata alla sommità.

Un altro problema grave, è che nei transienti ampi, la tensione modulante si somma a quella d'alimentazione, ed al transistor finale arrivano degli « swing » di tensione, che



possono raggiungere cumulativamente dei valori di poco inferiore a tre volte la tensione normale d'esercizio: una tensione di picco di trenta volt per un finale alimentato a nove volt!

Ciò spiega come mai lo stadio finale modulato dei trasmettitori sperimentali « frigga » sovente i transistori, per ragioni che in apparenza sono ben difficili ad individuare. In sostanza, per evitare l'una e l'altra difficoltà, si usa modulare il complesso RF, con una sezione audio di potenza inferiore al cento per cento della massima dissipazione dello stadio finale RF e, ad evitare che la profondità di modulazione sia scarsa, si usa applicare una porzione del segnale modulante all'oscillatore.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 5400 al completo. Vedere pagina 3.

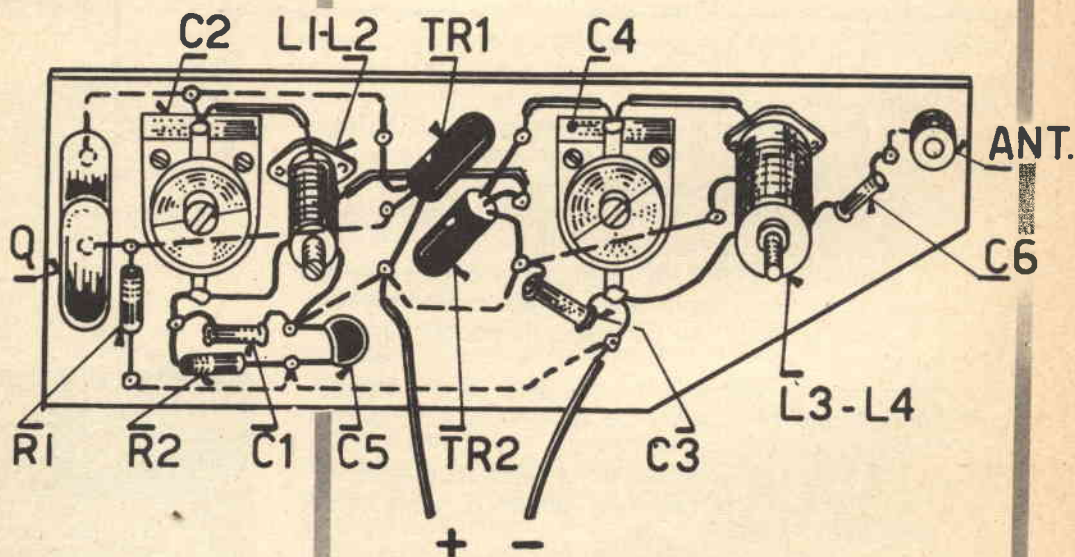


Fig. 51

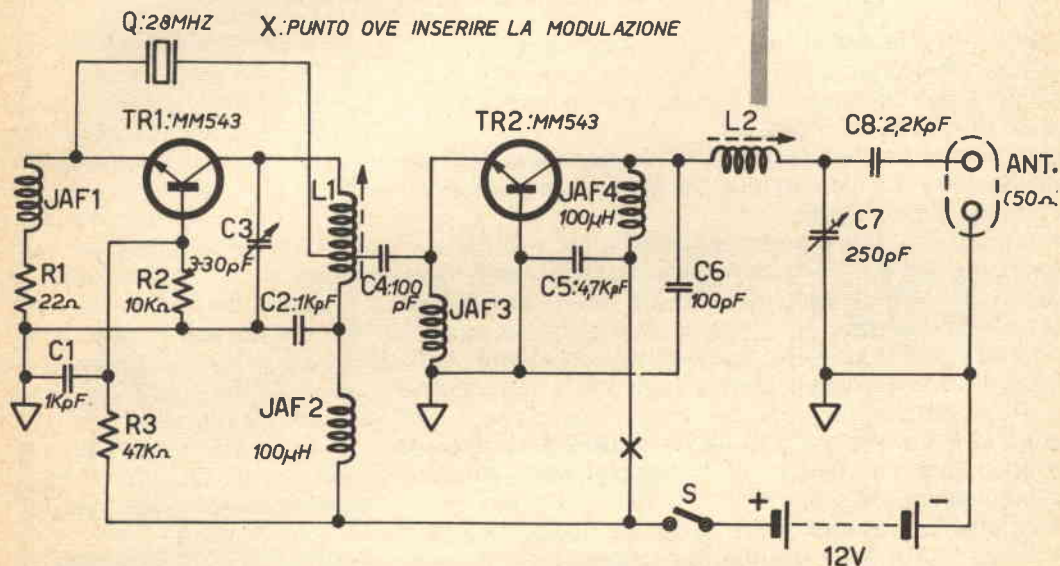


TRASMETTITORE DA 250 mW

A DUE TRANSISTOR

Spesso, le case produttrici più importanti, che si rendono conto di quanto siano importanti i radioamatori, sia su un piano di evoluzione tecnica, sia come mercato dall'assorbimento notevole e continuo, progettano, o adattano addirittura dei particolari transistori all'impiego d'amatore. Una delle prime industrie ad assumere questo orientamento fu la General Electric con i suoi «legendari» modelli 2N107 e 2N170. Di recente, la Motorola ha studiato l'interessantissima possibilità di fornire delle versioni dei Mesa

PROGETTO N. 27



e dei Planar che essa produce, con tolleranze leggermente maggiori di quelli destinati a lavorare nei calcolatori, ed a un prezzo di molto ridotto: insomma, l'ideale per l'uso di amatore.

Un tipico esemplare di questa serie, è il Mesa al Silicio denominato MM 543, che ha una frequenza di taglio intorno a 200 megacicli, circa 300 milliwatt di dissipazione, e caratteristiche simili alla serie 2N900. della stessa Casa.

Negli Stati Uniti l'MM 543 costa non più di un solo dollaro: circa seicento lire!

Fonti attendibili riferiscono a chi scrive che anche in Italia questi transistori, detti «outgrade» con un immeritato termine semidispregiativo, saranno presto disponibili per un prezzo simile e probabilmente inferiore.

Una applicazione di questi Mesa a basso costo, è il trasmettitore che appare alla figura 52, il circuito del quale fu

Fig. 52

Un apparecchio dalle brillanti prestazioni, munito di transistori MESA.

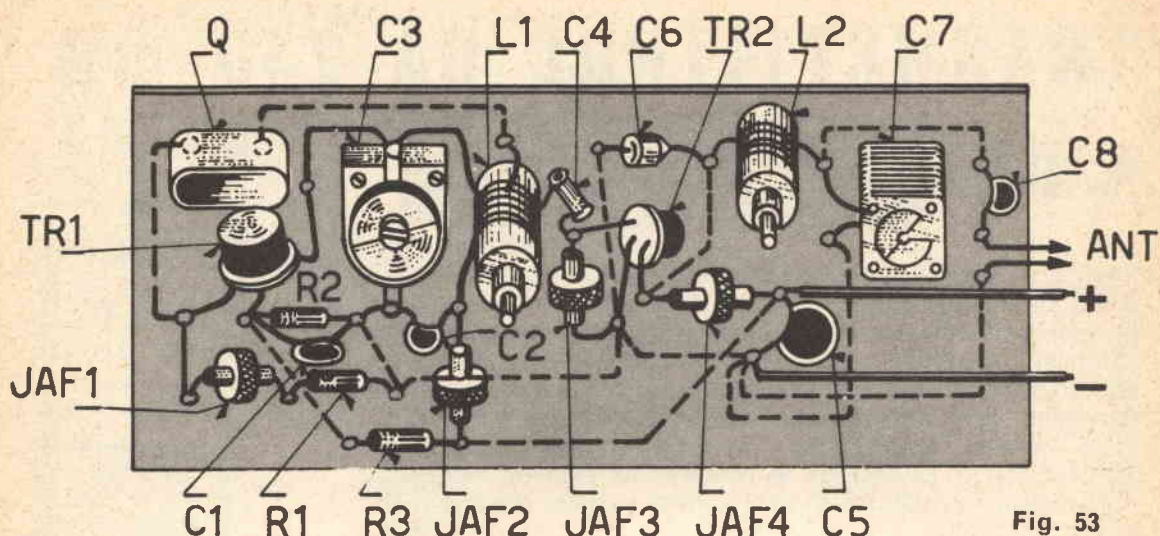


Fig. 53

studiato in origine per il Mesa della Fairchild-SGS 2N706, che è un NPN come quelli anzidetti.

L'oscillatore del complesso è simile a quello illustrato alla figura 32 di questo capitolo.

La reazione che provoca l'innescò RF è ottenuta collegando il cristallo «Q» fra l'emettitore del transistor e la presa sulla bobina del collettore.

La base del transistor è a massa.

Le resistenze R2 ed R3 determinano la tensione di polarizzazione, mentre il condensatore C1 serve da by-pass per la radiofrequenza.

L'impedenza JAF1, serve ad aumentare la reazione, sostituendo la resistenza vista in serie all'emettitore nell'esempio tipico di oscillatore.

C3 ed L1 formano l'accordo di uscita e JAF2 e C2 servono a disaccoppiare l'oscillatore nei confronti della tensione dell'alimentazione.

Per adattare l'impedenza verso lo stadio finale, la bobina L1 ha una presa a circa un quarto dell'avvolgimento, dalla quale la radiofrequenza viene prelevata ed avviata al TR2 tramite C4.

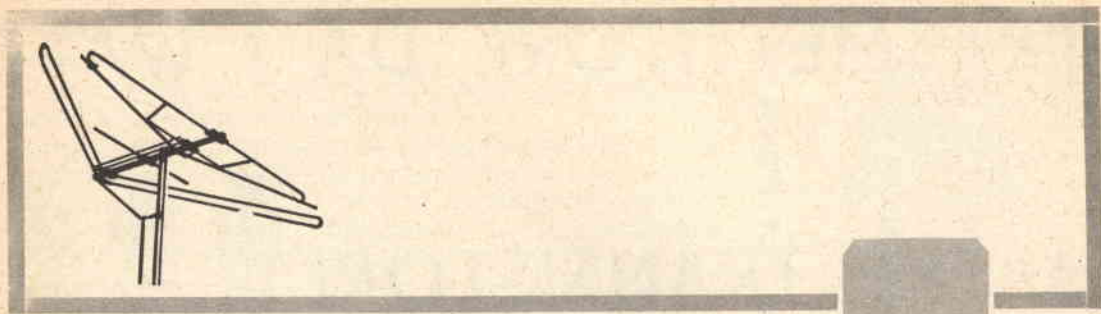
Lo stadio del TR2 differisce dal precedente per la connessione con la base a massa, e per avere l'ingresso accoppiato a impedenza-capacità invece che induttivamente.

Non cambia però il funzionamento, che è sempre impostato sul segnale di pilotaggio, che quando assume un'ampiezza sufficiente (positiva stavolta, visto che il TR2 è NPN) porta il transistor a regime di conduzione.

Uno dei punti più criticabili del trasmettitore con l'OC171 e l'OC170, era che il finale aveva un accordo di uscita non troppo efficiente.

Nell'esempio che stiamo commentando, invece, il circuito di uscita è efficacissimo, essendo il classico «P-greco» che può accordare antenne di impedenza assai varia, assicurando comunque un buon trasferimento di energia.





Come si vede, il collettore del transistor è alimentato tramite l'impedenza JAF4, ed il « carico » per l'alta frequenza è formato dal circuito C6-L2-C7, in unione all'antenna.

Nello schema C6 è indicato come fisso ed ha il valore di 100pF: ciò per un errore del disegnatore, in quanto esso deve avere un valore di 150pF ed essere variabile.

Il prototipo di questo trasmettitore era montato su di un piccolo chassis metallico, sul quale trovava posto anche il modulatore. Quest'ultimo era il circuito della figura 9, accoppiato alla radiofrequenza da un trasformatore d'uscita per pushpull di transistori AC128.

L'avvolgimento a impedenza minore era connesso al modulatore e l'altro alla sezione RF trascurando la presa centrale.

L'efficienza del sistema non era eccellente: forse, il termine più adatto è « appena accettabile »; d'altronde, l'assoluta mancanza di trasformatori di modulazione sul mercato italiano, costringe ad usare simili « acrobatiche » soluzioni, se ogni volta non si vuole far fare avvolgere appositamente il componente.

La messa a punto del trasmettitore è semplice.

Per verificare l'oscillatore, si metterà un tester o un milli-ampmetro da 50 mA fondo scala in serie a JAF2, in modo da misurare la corrente del collettore del TR1.

Si ruoterà il compensatore C3: se lo stadio è disinnescato, l'assorbimento difficilmente supererà 3-6 milliampère.

Quando si innesca l'oscillazione, invece, il consumo raddoppia di colpo, e se il quarzo è di buona qualità ed il circuito L1-C3 ha un « Q » alto, può raggiungere anche gli 8-12 milliampère, che corrispondono al non indifferente input di 100 mW circa.

Per accordare lo stadio finale, o meglio, per constatare il funzionamento del medesimo, si può collegare al bocchettone d'uscita una lampadina di 6,3 volt-200 mA e regolare C7 fino ad ottenere la massima luminosità, che corrisponde alla massima potenza d'uscita RF, e la minima corrente di collettore per il TR2, ottenibile mediante la regolazione del C6.

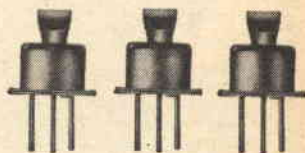
Un ulteriore incremento della potenza, può essere ricavato da una attenta regolazione dei nuclei delle bobine L1 ed L2.

I materiali per costruire questo apparecchio, costano L. 7600 al completo. Vedere pagina 3.



TRASMETTITORE DA 1 WATT

A TRE TRANSISTORI



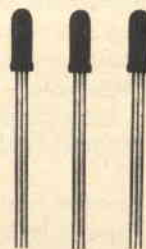
La potenza è il pregio saliente di questo piccolo TX.

Il trasmettitore che descriveremo ora, (fig. 54) è derivato dal precedente, però offre prestazioni di gran lunga superiori, principalmente nei confronti della potenza di uscita, che si aggira sul watt.

Lo stadio oscillatore del complesso è assolutamente identico a quello del trasmettitore da 0,2 Watt, pertanto non sono neppure trascritti i valori dei componenti, essendo essi i medesimi.

Il « driver » TR2 è connesso all'oscillatore, così come prima era il finale.

Poco da dire anche su questo stadio, che assorbe una potenza circa doppia dell'oscillatore. È da notare solo la resistenza in serie all'emettitore (R4) impiegata per stabilizzare il funzionamento ed il punto di lavoro.



PROGETTO N. 28

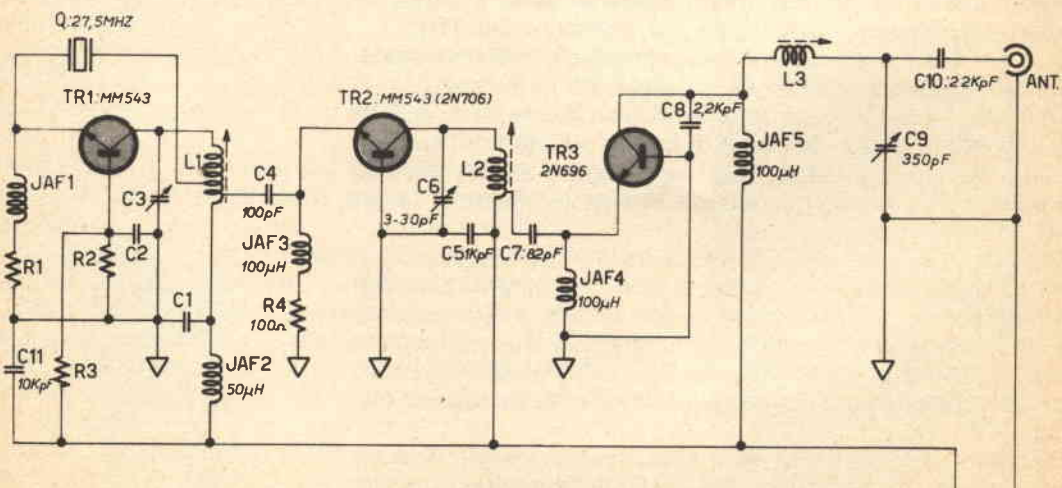


Fig. 54

L'impedenza JAF3, evita che essa appaia come un carico all'oscillatore.

Lo stadio finale del trasmettitore è simile, come circuito, a quello del precedente apparecchio.

La principale differenza, è che in questo elaborato si usa il transistor 2N696 Fairchild, che permette una potenza superiore; infatti, quando è ben accordato ed allineato con i precedenti stadi, il TR3 assorbe ben 90 milliampère, ovvero 1 Watt, come annunciato.

Il circuito può essere modificato in molti particolari.

Per ottenere una potenza ancora superiore a quella prevista, si possono collegare in parallelo due transistori 2N696, ed impiegarli nello stadio finale come un elemento unico, eliminando però, l'MM543 nel « driver » ed impiegando in sua vece un 2N706, o meglio un 2N707/A.

La messa a punto di questo trasmettitore sarà del tutto simile a quella del precedente: non ci si deve spaventare (come è capitato a chi scrive) se durante le operazioni, sfiorando i transistori, ci si accorge che essi (in particolare TR3) scottano.

I Mesa al Silicio della categoria di quelli impiegati, offrono infatti una forte dissipazione in piccoli involucri, e pertanto sono previsti per lavorare ad alte temperature che invece sarebbero certamente letali per i transistori al Germanio. Il TR3, in questo circuito, lavorando a piena potenza funziona ad una temperatura eccessiva, in aria: è pertanto necessario munirlo di un radiatore da 50-80 centimetri quadri, o meglio di un blocchetto di rame da 50 cm³ nel quale sarà infilato, forzandolo.

Comunque, toccandolo ci si può scottare le dita senza che, per altro, il transistor stia per andare fuori uso.

Circa i componenti di questo trasmettitore, diremo che i condensatori C3 e C6 sono ceramici a pasticca rotante, mentre C4 e C7 sono a mica argentata; inoltre C9 è ad aria, miniatura, e tutti gli altri sono ceramici.

Le impedenze sono normali componenti per TV.

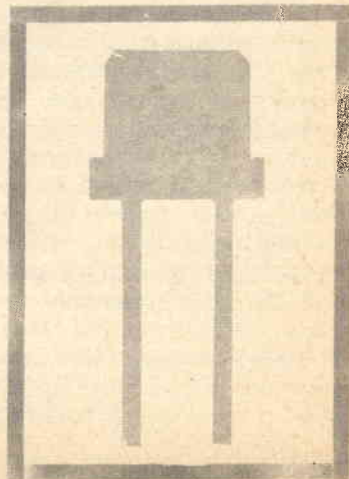
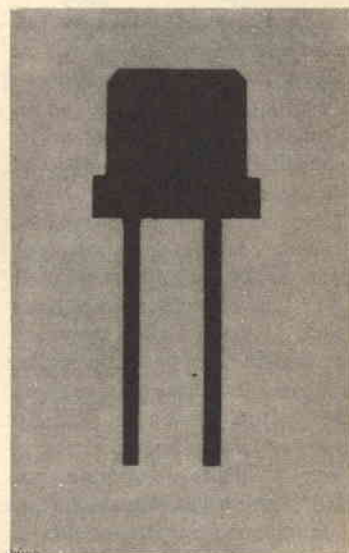
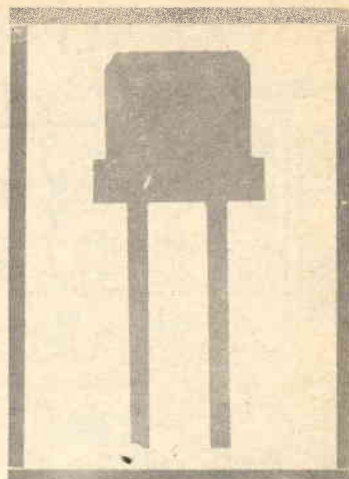
Le resistenze sono tutte da 1/2 Watt ed a 10 % di tolleranza. Nel prototipo sono impiegate le ottime Philips, davvero aderenti al valore denunciato.

Resta da dire delle bobine: L1 ha 18 spire di filo di rame argentato della sezione di un millimetro; la presa per C4 è a quattro spire esatte dal lato freddo, mentre quella per il quarzo è a 6 spire.

La L2 ha ancora 18 spire, dello stesso filo; la presa del C7, è a quattro spire e mezzo dal lato freddo.

La L3 consta di 16 spire di filo in rame da 1,2 mm, argentato. La L1 e la L2 sono avvolte su di un supporto del diametro di 10 millimetri in plastica, munito di un nucleo ferritico (GBC): le spire sono leggermente spaziate fra loro (circa mezzo millimetro).

La L3 è avvolta in aria, e si sostiene essendo i suoi capicorda saldati uno allo statore del C9, l'altro al punto d'incontro fra JAF5, C8 ed il collettore del TR3, rappresentato da un capocorda isolato da massa in ceramica.



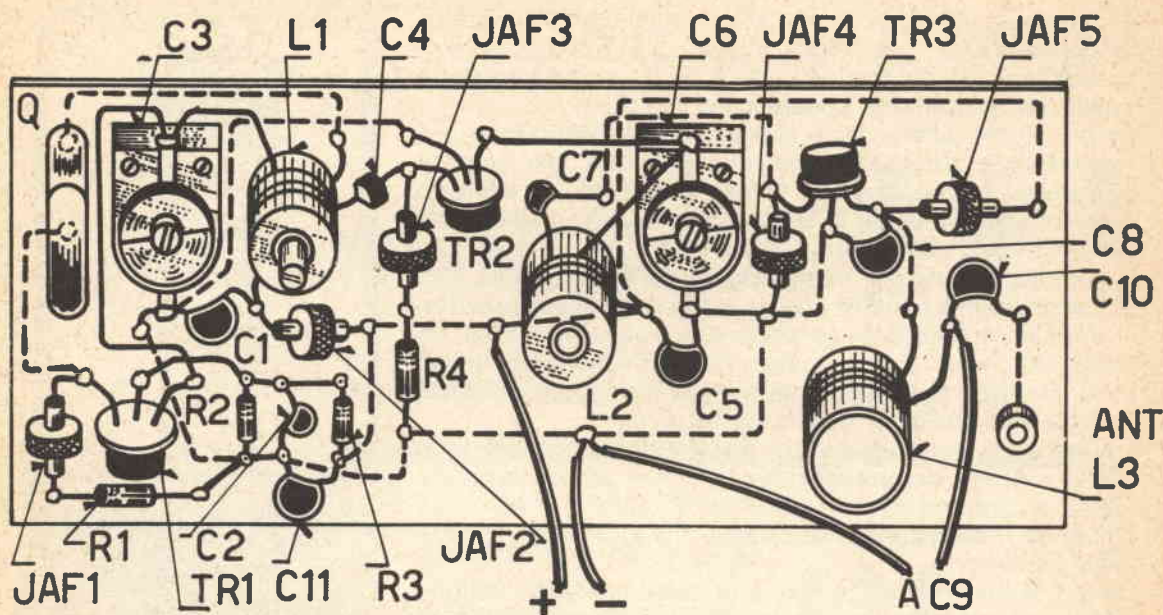


Fig. 55



Il diametro interno della L3 è di 15 millimetri, le spire sono spaziate di un millimetro.

Il montaggio del trasmettitore, in origine era fatto su di uno chassis in rame sagomato ad « elle » e diviso in tre scompartimenti da divisorii stagnati.

Entro ogni scompartimento era sistemata una sezione del circuito, con una basetta portacapicorda in bachelite che serviva per i collegamenti d'alimentazione, mentre la filatura percorsa da radiofrequenza era esclusivamente appoggiata ai collegamenti dei variabili, dei compensatori e alle « pagliette » delle bobine, sfruttando così migliori isolamenti. Un'utile precauzione, è quella di non avvicinare troppo i transistori a nessun componente, e di saldarli con le connessioni sufficientemente corte perchè possano stare rigidi: infatti, gli involucri dei Mesa e dei Planar, sono metallici e direttamente a contatto con i collettori e pertanto, se toccassero qualche altra parte degli apparati, potrebbero dar luogo a dei rovinosi cortocircuiti.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 9000 al completo. Vedere pag. 3.

TRASMETTITORE A QUATTRO TRANSISTORI PER 144 MHZ DA 200 mW

Completo, efficiente, moderno. Non troppo difficile da realizzare

L'alta frequenza massima di lavoro, unita all'alta dissipazione ottenibile, fanno sì che i transistori MESA siano ideali per l'uso su trasmettitori mobili VHF di piccola e media potenza.

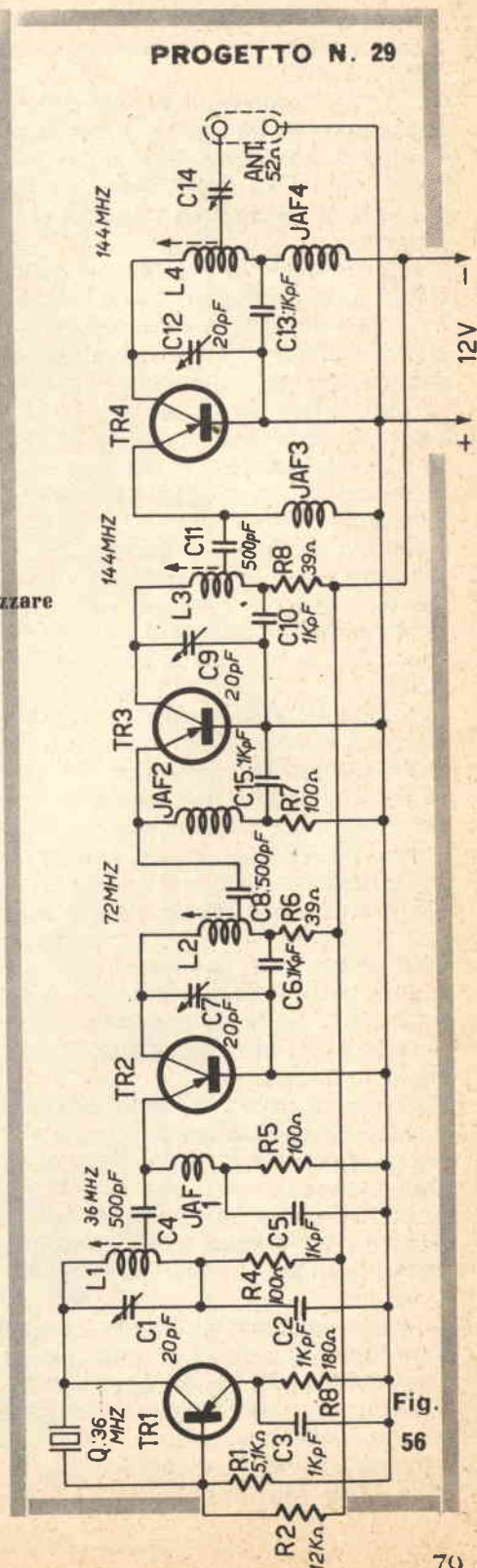
La figura 56 illustra un compatto ed efficiente trasmettitore per i 144 MHz che impiega quattro transistori Motorola 2N741, ed eroga 200 milliwatt circa a 144 MHz, ovvero sulla gamma dei « due metri » dei radioamatori.

In questo apparecchio sono stati provati anche dei transistori "surplus" della sigla "2N5C". Questo tipo di transistor è stato montato in tutti gli stadi ed è apparso pienamente adottabile, se il lettore lo trova. Chi scrive ha comprato un certo numero di « 2N5C » montati su di un pannello di calcolatore trovato d'occasione a Milano.

Dato che questa sigla non è riconosciuta dalle registrazioni JEDEC e che non appare su alcuno dei molti cataloghi consultati, può darsi che sia un simbolo arbitrario applicato dai costruttori del pannello. Si tratta comunque dei transistori contenuti nell'involucro normalizzato del 2N706 e simili, di colore nero, con la scritta in grigio.

Ciò premesso veniamo subito all'analisi del circuito. Lo stadio oscillatore, ancora una volta, è quello già commentato, presentato alla figura 43.

I valori sono un po' diversi, per « pompare » tutta la reazione possibile nello stadio, che oscilla con un cristallo « overtone » uscendo direttamente a 36 MHz sulla bobina L1. L'efficienza dell'oscillatore è buona, ed esso assorbe, allineato, 6 milliampere.



Attraverso il condensatore C4, il segnale passa allo stadio duplicatore del TR2, il circuito oscillante del quale è accordato a 72MHZ.

Dal TR2, il segnale duplicato è avviato ad un successivo duplicatore di frequenza, identico in tutto al precedente. Su questi due ultimi stadi, a parte il fatto che siano duplicatori, ogni nota è di troppo, dato che abbiamo già visto più volte la stessa disposizione circuitale negli schemi precedenti.

Il segnale a 144 MHZ presente sulla bobina L3, viene trasferito all'amplificatore finale tramite il condensatore C11. Il finale è lineare, ovvero non duplica il segnale; ciò per ottenere una efficienza maggiore, in quanto un finale che duplica assorbe molto meno, e rende quindi meno potenza. La radiofrequenza da avviare verso l'antenna, è prelevata a circa un quarto della bobina L4 per un buon adattamento ed il condensatore C14 accorda l'uscita.

Note costruttive: malgrado che ogni stadio lavori su di una frequenza diversa, nel prototipo furono notati dei violenti inneschi parassitari; in particolare TR3 tendeva ad oscillare per proprio conto, se non veniva accuratamente schermato. Per tal motivo è bene prevedere uno chassis metallico a scompartimenti costruito come quello mostrato nella figura 57: le divisioni saranno quattro, una per ogni stadio.

Il circuito elettrico di ogni transistor è bene che abbia un ritorno di massa unico: allo scopo, si possono saldare tutte le connessioni di ogni stadio che terminano in comune, in un unico punto, ovvero sul lamierino divisorio.

Per una messa a punto facile, è molto comodo regolare le bobine L1-L2-L3-L4- sulle rispettive frequenze, con un grid-dip, **prima** di collegare i transistori in circuito.

La capacità d'uscita dei Mesa è bassa, e quindi l'accordo non si sposta di molto, connettendoli: comunque, nulla vieta di tarare le bobine a 650-700 KHZ in **più** della frequenza nominale, per compensare l'abbassamento introdotto dalla capacità parassita dei transistori.

Le bobine L1 ed L2 sono avvolte su supporti in polistirolo GBC con nucleo.

Esse hanno, rispettivamente, quattordici e sei spire di filo di rame da un millimetro, argentato.

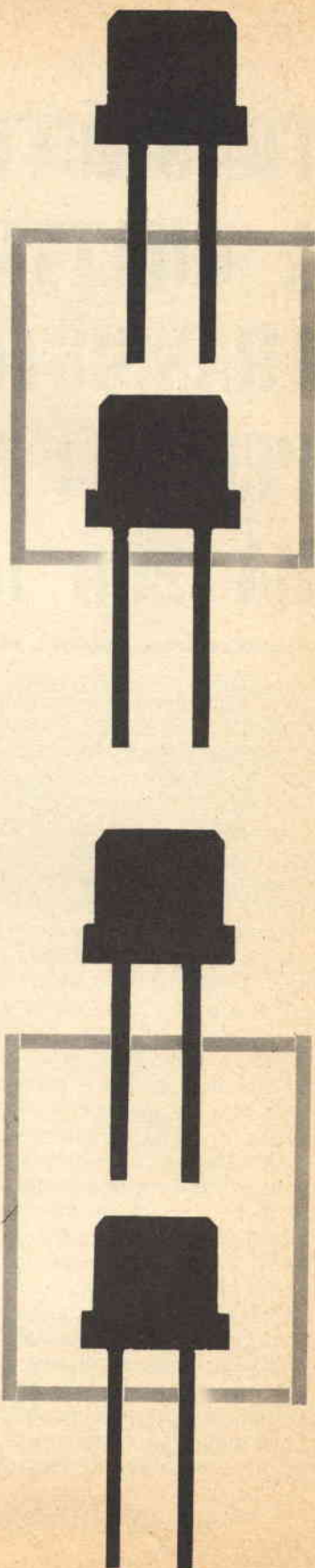
Per L1 la presa è a tre spire dal capo freddo, per L2 è una spira e mezzo.

Le bobine L3 ed L4 non hanno supporto nè nucleo, sono costituite da quattro spire (ciascuna) di filo di rame da 13/10 argentato, avvolto in aria con un diametro interno di 14 mm.

La presa per L3 è situata ad una spira ed un quarto dal capo freddo, per la L4 ad una spira.

L'impedenza JAF1 è da 50 μ H.

Tutte le altre sono realizzate avvolgendo del filo da 0,25 mm. su delle resistenze a corpo isolato da un Watt, del valore di 3,3 M Ω . I variabili C1, C7, C9, C12, C14, sono ceramici, come tutti i condensatori fissi, ad eccezione di C4,



C8 e C11, i quali, per non avere instabilità dovranno essere a mica argentata (fatto riscontrato durante l'esecuzione pratica).

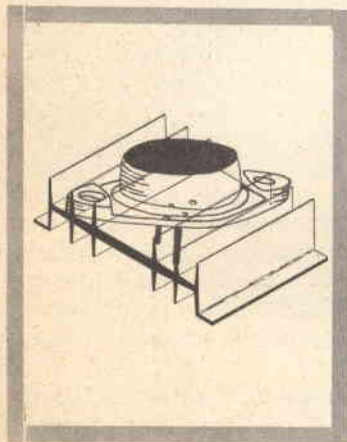
La messa a punto di questo trasmettitore non è dissimile da quella dei precedenti: è comunque necessario applicare un milliamperometro in serie al transistor finale perchè a causa dell'energico pilotaggio quando l'allineamento è perfetto, può accadere che il TR4 assorba più potenza di quella che riesce a dissipare.

Se queste condizioni si verificano il TR4 « brucia » in pochi secondi.

Quindi durante l'allineamento, si deve osservare che il collettore del 2N741 finale non assorba mai più di 35 milliamperè.

Appena questo limite viene superato, conviene stare leggermente il circuito oscillante C9-L3 in modo da pilotare meno « duramente » il finale.

Durante tutte le prove sarà bene comunque caricare l'uscita con la solita lampadina.



I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 13000 al completo. Vedere pag. 3.

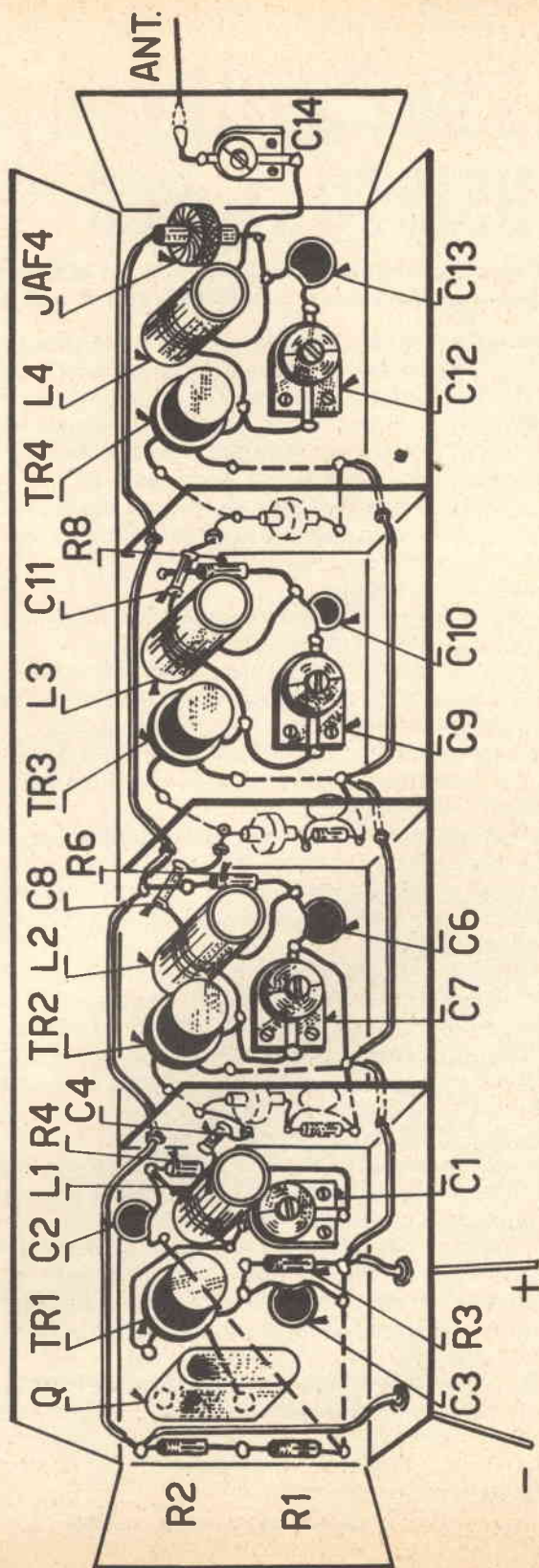


Fig. 57

TRASMETTITORE A DUE + 3 TRANSISTORI PER 144 MHZ

Grazie all'elevata frequenza del cristallo ed al finale RF che duplica la frequenza, questo trasmettitore lavora a 144MHZ con 2 soli transistori.

Quando non sia necessario prelevare la massima potenza da uno stadio finale transistorizzato funzionante in classe C, esso può fungere anche da duplicatore, ed è possibile impostare la realizzazione di trasmettitori VHF muniti di un numero minimo di transistori anche in grazia del progresso costruttivo che si è verificato nella tecnologia dei quarzi che ora, per modelli correnti, possono direttamente oscillare in overtone al di sopra di 50 MHz, cosa che pareva impossibile sino a pochi anni fa.

Lo schema che appare nella figura 58, ultimo dei trasmettitori presentati, mostra per l'appunto un complesso che con due soli transistori opera a 144 MHZ, pur avendo lo stadio oscillatore controllato a cristallo.

Commentiamo ora il circuito.

I due stadi impiegati sono un oscillatore a 72 MHZ ed un finale in classe C, che duplica la frequenza del segnale, uscendo a 144 MHZ.

L'oscillatore ha la base a massa, bypassata dal condensatore C1.

La stabilizzazione termica dello stadio è assicurata, per temperature ambientali fino a 50° C, dal partitore R1-R2 e dal gruppetto di equalizzazione in tensione C2-R3.

La reazione che provoca le oscillazioni, è causata dalla connessione del quarzo, posto fra la bobina L1 e l'emettitore del transistor, che è mantenuto « caldo » per la radiofrequenza dalla presenza dell'impedenza JAF1.

Il cristallo è tagliato per oscillare su una frequenza davvero alta, come si è detto, a 72 MHZ, ovvero sulla sua settima " overtone ".

In Italia vengono prodotti cristalli simili da molte industrie, più che altro per uso militare, però il costo di questi elementi è troppo alto per l'amatore e la consegna è spesso differita oltre il tollerabile.

Chi scrive si è quindi rivolto direttamente in USA, alla International Crystal, ed ha ottenuto il quarzo in parola per sei dollari e precisamente il modello FA-9.

L'uscita dell'oscillatore è sulla bobina L1, che forma il circuito oscillante in unione a C4.

Lo stadio finale duplicatore preleva il segnale di pilotaggio a radiofrequenza sulla bobina L2, lo amplifica, e lo converte a 144MHZ, dato che questo è il valore d'accordo del circuito oscillante di carico, formato da C5 ed L3.

L'accoppiamento dello stadio finale all'antenna è realizzato con il « link » L4, mentre il condensatore C9 serve a bilanciare la reattanza del circuito.

Il modulatore non merita descrizioni, dato che è già stato visto al capitolo « amplificatori audio »: diremo solo che è stato scelto questo particolare circuito invece di un altro, solo perchè ha l'uscita a bassa impedenza, ed è facile trovare in commercio un trasformatore che abbia uno dei due avvolgimenti a bassa impedenza, ed uno a media impedenza per modulare la parte RF del trasmettitore, mentre è quasi impossibile trovarne uno che abbia tutti e due gli avvolgimenti a media impedenza in grado di sopportare le correnti in gioco in questo circuito.

Nel prototipo, come trasformatore di modulazione, è usato un normale trasformatore d'uscita per push-pull di OC74. L'avvolgimento, che in origine faceva capo all'altoparlante, carica il modulatore, mentre il primario, connesso in origine ai collettori degli OC74, serve ora come secondario, per modulare la corrente assorbita dal trasmettitore vero e proprio, cioè la parte RF del sistema.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 12900 al completo. Vedere pag. 3.

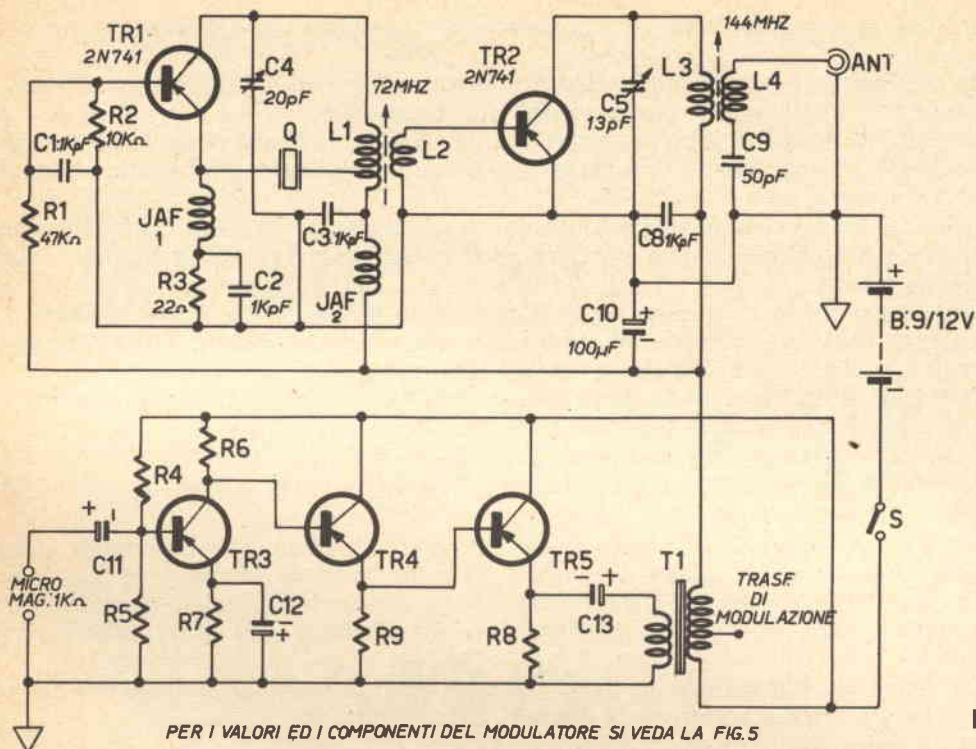


Fig. 58

In alto, si vede lo schema del trasmettitore col relativo modulatore: quest'ultimo è riportato senza i valori perchè già apparso nella pagina 18 di questo stesso manuale. A lato ed in basso appare il disegno di una possibile realizzazione sperimentale effettuata su isolante plastico: può essere però conveniente, in particolare per la sezione RF, l'impiego di uno chassis metallico: vedere testo.

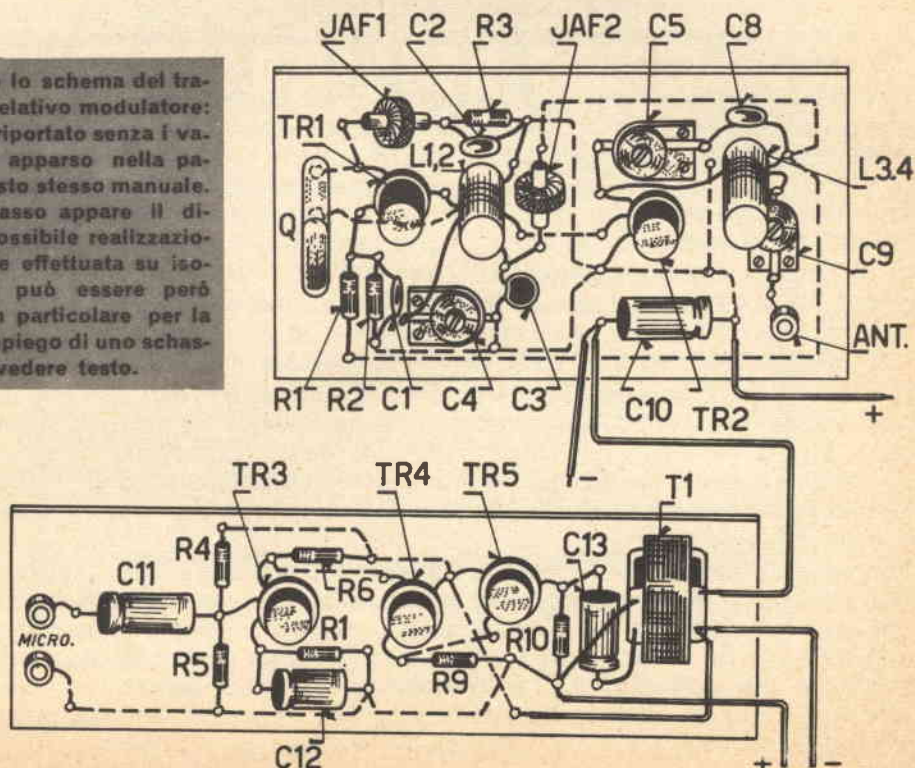


Fig. 59

È da notare che la presa centrale sul « primario » del trasformatore non viene usata nel nostro caso.

Le parti del trasmettitore sono quelle impiegare in tutti gli altri già descritti: fanno eccezione il quarzo ed il trasformatore che sono stati già commentati.

I transistori usati nel prototipo sono due scarti marcati N3CDF, probabilmente sottoprodotti del modello 2N741, che non hanno ricevuta la classificazione standard perchè viziati da una lco eccessiva (quasi 50 μ A).

Tuttavia il circuito funziona bene anche con questi non eccellenti transistori, però l'impiego dei 2 N741, dà tutt'altro affidamento e molto maggiori possibilità di procedere ad una messa a punto spedita e sicura.

Il montaggio sperimentale di questo trasmettitore venne effettuato su di una striscia di plexiglass che portava solo i componenti della sezione a radiofrequenza ed il trasformatore di modulazione, poichè lo chassis audio era già stato montato.

Se il lettore vorrà costruire questa piccola stazione, sarà meglio che adotti invece uno chassis-supporto unico, che potrebbe essere anche metallico.

Per i transistori TR1 e TR2 non è conveniente usare degli zoccoli, che introdurrebbero delle perdite, essendo in bachelite, e non essendo oggi reperibili supporti migliori: in ceramica come per le valvole, ad esempio.

È parimenti da evitare la pratica di fissare i transistori entro un gommino infilato nello chassis: i collettori, nei Mesa del genere impiegato, sono direttamente connessi all'involucro esterno, e se esso fosse distanziato dalla massa solo tramite un po' di gomma, insorgerebbero delle perdite irreparabili, sia direttamente, attraverso l'« isolante », sia indirettamente, per capacità.

In definitiva, visto che i transistori sono piccoli e leggeri, conviene semplicemente che siano supportati dalle loro stesse connessioni, saldate da punto a punto.

Una nota particolare, deve essere fatta per il montaggio del cristallo.

Il primo tentativo di realizzare questo circuito, dette a chi scrive delle « grane » impreviste: infatti l'oscillatore risultava incredibilmente instabile, e ruotando C4 si notava un « trascinamento » del segnale tanto marcato, da parere che l'oscillatore fosse autoeccitato, invece che controllato a quarzo!

L'inconveniente risultò causato dalle capacità parassite introdotte dallo zoccolo del cristallo, che si comportava come un condensatore a bassa capacità, capace di bypassare il cristallo facendo oscillare il circuito all'accordo di L1-C4, senza che il quarzo assumesse più nessuna funzione.

Eliminato lo zoccolo, il funzionamento dell'oscillatore tornò normale; pertanto, chi scrive ha adottato il sistema di fissare il cristallo sullo chassis mediante una linguetta sagomata a cavaliere, e di saldare direttamente sui piedini i collegamenti.

Si dirà che la soluzione è poco elegante: ciò è vero, però se non si impiega questa « brutale » soluzione, devono essere messi in opera dei sistemi per neutralizzare la capacità dello zoccolo che risultano delicati e bisognosi di una messa a punto difficoltosa.

Ci riferiamo, in particolare, all'accorgimento di connettere in parallelo allo zoccolo un'impedenza che smorzi l'effetto capacitativo, come per esempio risulta dallo schema del trasmettitore di uno dei primi satelliti artificiali americani: l'Explorer I.

La messa a punto di questo trasmettitore non differisce affatto da quella dei complessi già visti: il finale assorbirà una diecina di milliampère, quando è stato raggiunto il massimo allineamento.

La frequenza notevolmente alta di operazione, può provocare notevoli fastidi se il cablaggio non è razionale: oltre alla possibilità che l'oscillatore si metta a funzionare « trascurando » il quarzo, c'è anche il più raro, ma possibile pericolo che il finale autooscilli a causa di capacità parassite. Se si verifica quest'ultimo inconveniente, però, è facile accorgersene, perchè in regime autooscillante il TR2 assorbe solo pochi milliampère, e perchè il consumo dello stadio non subisce variazioni bloccando l'oscillatore con il semplice sistema di porre un dito sulla bobina L1.



CAPITOLO QUARTO

ALCUNI AMPLIFICATORI DI CORRENTE CONTINUA

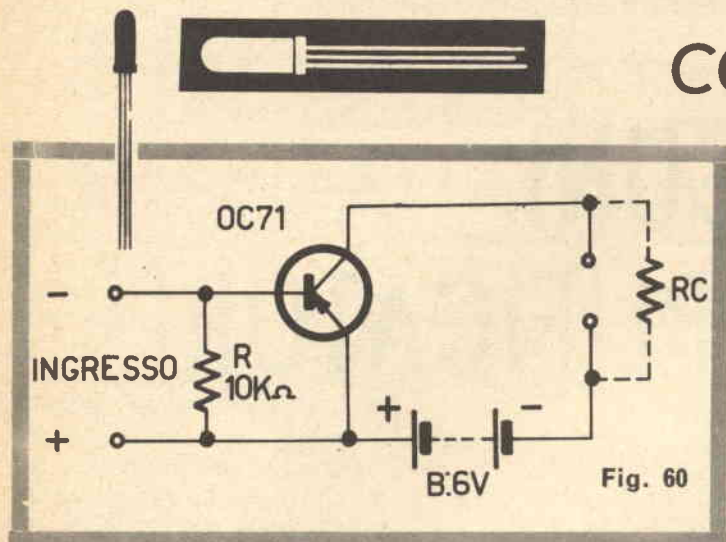
Prima dell'avvento del transistor, era un compito arduo progettare degli amplificatori di corrente continua: infatti, le valvole mal si prestavano alla funzione, e dovevano essere impiegate in circuiti delicati come tolleranze ed assai critici.

I transistori invece sono dei « naturali » amplificatori di corrente continua, e permettono la progettazione di apparecchi di questo tipo estremamente semplici e razionali: spesso più semplici degli amplificatori per correnti alternate! In questo capitolo vedremo alcuni schemi tipici e applicazioni pratiche, che si distaccano decisamente dai paralleli circuiti impieganti i tubi elettronici.

Una resistenza può compiere una interessante funzione.

STADIO CON INGRESSO

COMPENSATO



Il più semplice amplificatore di corrente continua transistorizzato è..... lo stesso transistor, connesso con emettitore e base al generatore ed emettitore e collettore al carico. Però la variazione della resistenza del circuito d'ingresso tende a far variare il guadagno offerto dello stadio.

Per diminuirne l'influenza, si può usare il semplice artificio di connettere una resistenza in parallelo alla giunzione base-emettitore del transistor, che abbia un rapporto fortemente in salita rispetto al valore del generatore, e che funga da shunt per esso.

La resistenza (R nello schema 60) diminuisce il guadagno: infatti, con la base libera è sufficiente una corrente di $25 \mu\text{A}$ all'ingresso, per ottenere 1 mA all'uscita, mentre in questo caso occorrono non meno di $40\text{--}45 \mu\text{A}$ per ottenere la stessa corrente con un cari-

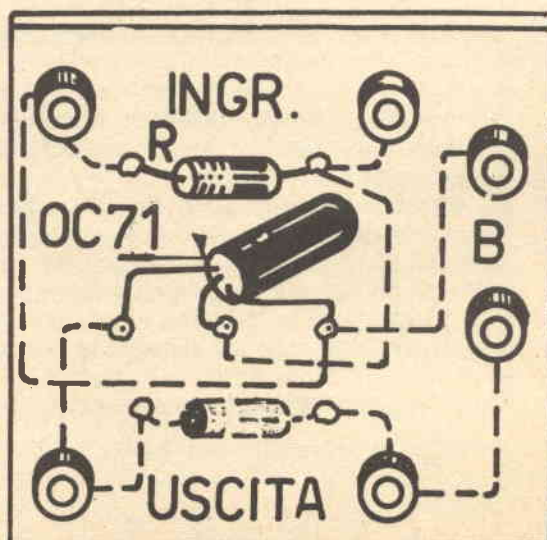
co, che non ecceda i 100 ohm.

Se la resistenza aggiunta ha il torto di causare il calo dell'amplificazione, ha però il merito di rendere davvero ampia la stabilizzazione, in quanto, con essa, l'amplificazione subisce trascurabili variazioni per sorgenti di

pilotaggio che abbiano una resistenza interna variante da poche decine di ohm a qualche decine di migliaia di ohm.

Con un transistor che forniva un guadagno di 25 (un 2N65 nello stadio-campione) la resistenza di ingresso era 10.000 ohm, e una corrente di $41 \mu\text{A}$ all'ingresso, causava una corrente di 1 mA esatto, attraverso al carico formato da un milliamperometro di resistenza interna di 92 ohm.

Una nota interessante può essere la precisa misura della influenza della resistenza di carico nell'amplificazione: chi scrive, ha rilevato che un carico da 1000 ohm, riduce il guadagno esattamente a 10.



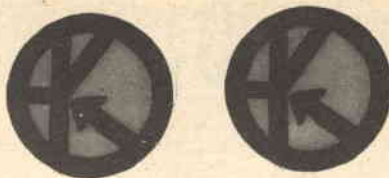
PROGETTO N. 31

Fig. 61

I materiali per costruire questo progetto costano L. 1000, al completo. Vedere pag. 3.

Due transistori amplificatori di corrente: il primo a emettitore comune, e l'altro con la BASE in comune.

UN SEMPLICE AMPLIFICATORE



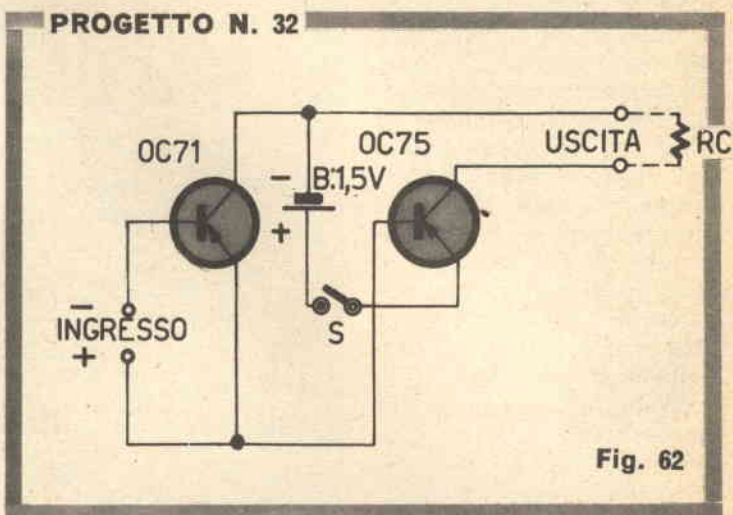
Qualora l'amplificazione della corrente di ingresso debba raggiungere dei notevoli valori, è necessario impiegare due stadi in cascata fra loro. La figura 62 rappresenta lo schema di un amplificatore «tandem» che usa un OC71 connesso a collettore comune, seguito da un OC75 con base a massa.

La corrente di collettore dell'OC71 scorre nel circuito base-emettitore dell'OC75 che segue e la corrente di pilotaggio, quindi, viene amplificata dal «beta» del primo stadio moltiplicata per quello del secondo.

La pila da 1,5 volt alimenta ambedue gli stadi: il guadagno complessivo è di 40 decibel (cento volte).

Infatti, una corrente di $10\ \mu\text{A}$ nella base dell'OC71, genera un assorbimento di 1 mA da parte del collettore dell'OC75 attraverso alla resistenza R_c .

Questo circuito, pur essendo efficace e pratico ha un grosso neo, che consiste nella corrente di perdita del primo transistor, che in assenza del pilotaggio, viene amplificata e moltiplicata dal secondo, apparendo all'uscita con una notevole intensità. Per molte applicazioni, questa corrente è eccessiva e due sono i sistemi per limitarla: usare transistori al Silicio, che hanno l'co minore dei modelli al Germanio, oppure prevedere un circuito di azzeramento a ponte.



"TANDEM"

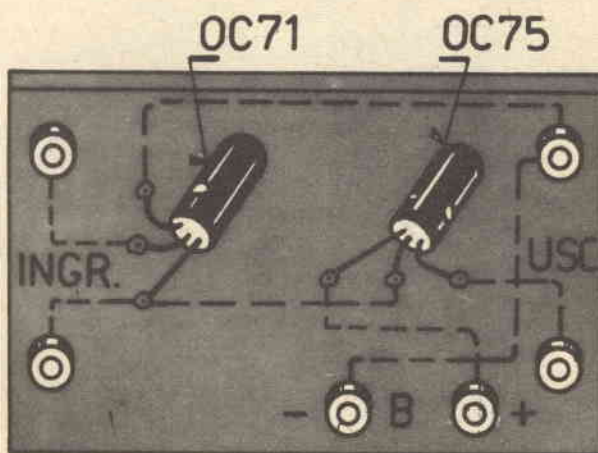


Fig. 63

I materiali per costruire questo progetto costano L. 1350, al completo. Vedere pag. 3.

CIRCUITO TANDEM ELABORATO

Ecco un vero amplificatore di corrente continua, per molti usi di laboratorio.

Il circuito ora presentato; si potrebbe prestare a molti usi pratici: per usare un milliamperometro economico come microamperometro, ad esempio, oppure per azionare un relais a sensibilità media con delle correnti estremamente basse che non riuscirebbero a farlo funzionare. Si ha però che la corrente di perdita dei due transistori impedisce una misura precisa o un buon funzionamento del relais.

Scartando l'idea di adottare dei transistori al Silicio professionali che non sono comunemente reperibili, e qualora lo siano, risultano fortemente costosi, resta, per razionalizzare il circuito, l'adozione di un ponte che compensi le correnti spurie, permettendo un adatto az-

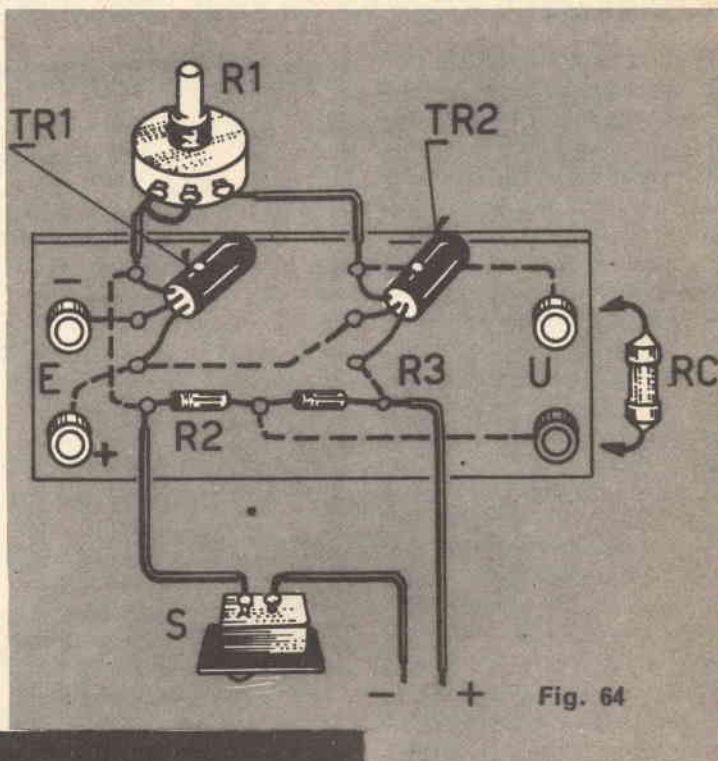


Fig. 64

PROGETTO N. 33

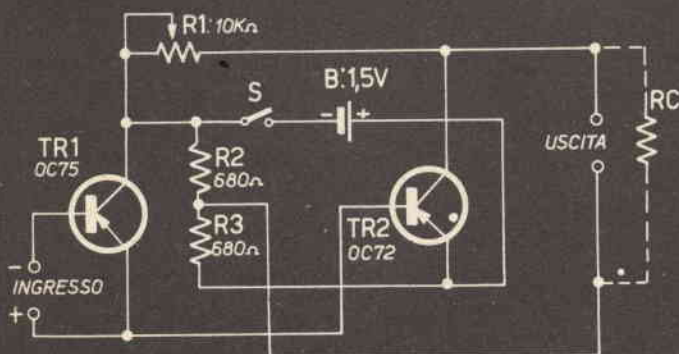


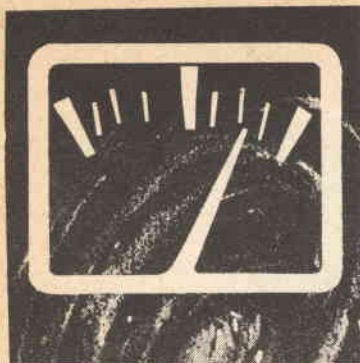
Fig. 65

zeramento.

Lo schema-base, così ridimensionato, appare nella figura 65. Questo circuito, che prevede un bilanciamento delle correnti I_{co} , consiste in un ponte resistivo, i bracci del quale sono costituiti dalle resistenze R1-R2-R3 in unione alla resistenza interna emettitore-collettore dell'OC72.

La sezione R1 del ponte è resa variabile: si tratta di un potenziometro azzeratore, che può eliminare la corrente che scorre nel carico in assenza di eccitazione.

I materiali per costruire questo progetto costano L. 2000, al completo. Vedere pag. 3.



Il classico amplificatore PNP-NPN

Un amplificatore complementare

La Cornell-Dubilier Corporation, attraverso una sua nota tecnica per progettisti, già nel 1954 descrisse un nuovo circuito amplificatore complementare munito di bilanciamento a ponte, impiegante un transistor PNP ed uno NPN. Lo schema di questo amplificatore è riportato nella figura 67, dalla quale si noterà che i due transistori sono per l'appunto a polarità opposta: il primo, un 2N34, è un PNP; l'altro, un 2N35, un NPN.

Questi transistori sono poco reperibili in Italia: all'occorrenza, però, possono essere sostituiti con i modelli OC72 ed OC141 della Philips.

Il vantaggio principale della disposizione mostrata rispetto all'altra, è che negli amplificatori complementari la lco scorre in opposte direzioni: però è da rilevare anche il maggiore guadagno che si può ricavare da un amplificatore PNP-NPN o viceversa, dato che ambedue gli emettitori possono essere collegati alla massa.

Anche per questo amplificatore la sorgente di alimentazione è una pila da 1,5 volt, che è connessa nell'emettitore del secondo transistor, il quale si incarica di alimentare direttamente il primo fungendo da partitore automatico.

In altri termini, si può anche dire che il 2N34 ricava l'ap-

propriata tensione negativa di collettore attraverso la resistenza opposta dalla giunzione E-B del 2N35, che riceve la tensione negativa sull'**emettitore**, dato che è del tipo NPN. Il circuito di azzeramento è molto simile a quello precedentemente esposto; in effetti si tratta di un altro ponte, che consiste nelle resistenze R1, R2 ed R3 e viene chiuso dalla resistenza intrinseca del circuito del collettore del 2N35.

L'elemento variabile, nel ponte, ovvero il « compensatore » è rappresentato dal potenziometro R3, che, regolato accuratamente, evita che una qualsiasi corrente scorra nel carico « a freddo ». La sensibilità di questo amplificatore è notevole: di particolare interesse per impieghi strumentali ove siano da misurare correnti infinitesime. Il guadagno offerto (2N34 + 2N35) è di 250 volte, ovvero 48 decibel.

Con la coppia OC72 + OC141 si hanno prestazioni leggermente inferiori, o pari, selezionando gli elementi on-

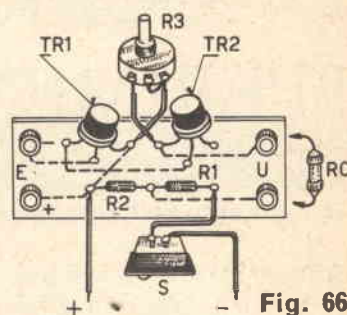


Fig. 66

de impiegare quelli dotati di un « Beta » più elevato.

Nel campione assemblato per prova, con un carico di 1000 ohm, una corrente di 0,4 μ A all'ingresso, causa lo scorrimento di 100 μ A attraverso la Rc.

Qualora la Rc sia rappresentata da un microamperometro da 100 μ A fondo scala, munito di alta resistenza interna, è possibile, tramite questo amplificatore, effettuare delle misure di corrente di un decimo di microampere!

I materiali per costruire questo progetto costano L. 2800, al completo. Vedere pag. 3.

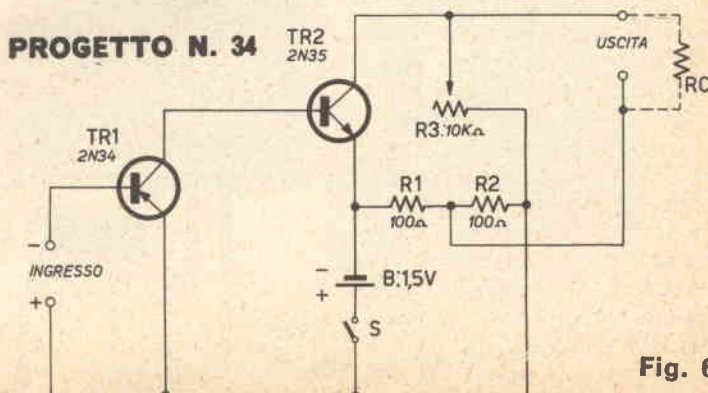


Fig. 67

STADIO AMPLIFICATORE DI CORRENTE SPERIMENTALE



Anche i «grossi» transistori OC26 ed equivalenti, si prestano per condurre esperimenti nell'amplificazione di corrente.

I circuiti sin'ora descritti erano previsti per l'amplificazione di correnti debolissime e fornivano correnti di intensità modeste all'uscita.

Un esempio basilare di stadi amplificatori di maggiore potenza è dato nelle figure 68 e 68b.

L'unica differenza fra i due schemi è che impiegano transistori d'opposta polarità; nello schema 68 è utilizzato l'OC26 ed è previsto lo uso del 2N307, quindi alla sua base dovrà essere connessa una polarità negativa. Per contro lo schema 68b prevede l'impiego del transistor NPN 2N95 Sylvania, e pertanto può amplificare correnti positive connesse alla base.

Ambidue i circuiti sono alimentati a 6 volt, con la pila opportunamente collegata, per assegnare al transistor la giusta polarità.

Il guadagno offerto dai vari modelli di transistori di potenza non è certo uguale, anzi, esistono notevoli disparità: i tipi più correnti forniscono comunque una amplificazione di 30-35 volte, nella migliore delle ipotesi.

Il circuito 68, pilotato con una corrente di 10 mA, assorbe circa 250 mA al carico. Le stesse prestazioni sono

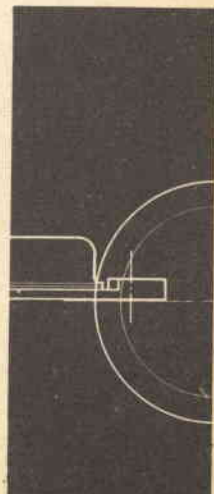
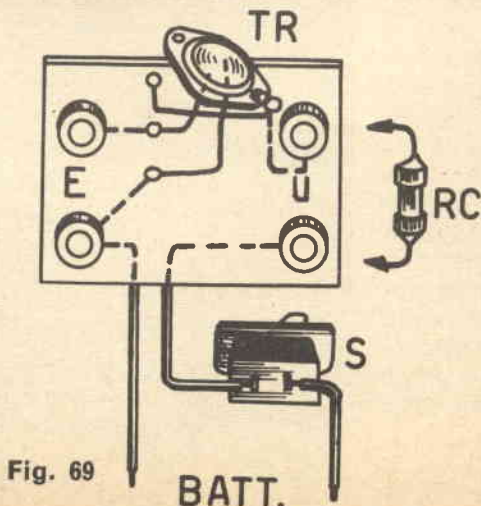
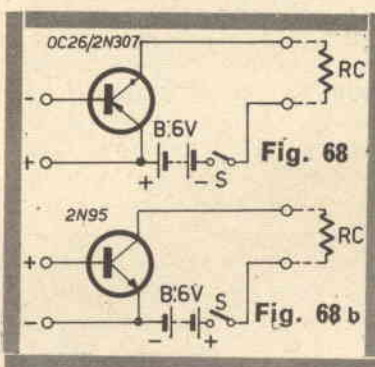
date dallo stadio della figura 68b. La resistenza di carico, per ottenere il massimo guadagno (35 o più) deve essere estremamente bassa: pari o inferiore ad 1 ohm soltanto. Resistenze R_c maggiori riducono rapidamente l'amplificazione. In queste condizioni

il maggior guadagno si può ottenere solo caricando i circuiti con lampadine ad incandescenza, resistenze riscaldatrici di quarzi, relè ad alta intensità e simili.

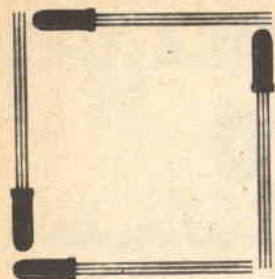
La Ico dei vari transistori di potenza non è molto alta: per elementi di prima scelta può andare da 6 mA a circa 15 mA. Visto che la massima corrente di perdita è quindi un ventesimo della corrente che scorre durante il pilotaggio, essa non è fonte di serio disturbo, non potendo accendere la eventuale lampadina, o chiudere un relais.

I due transistori di potenza PNP ed NPN più accessori costano L. 4000. Vedere pag. 3.

PROGETTO N. 35



Uno stadio moltiplicatore per misure rudimentali

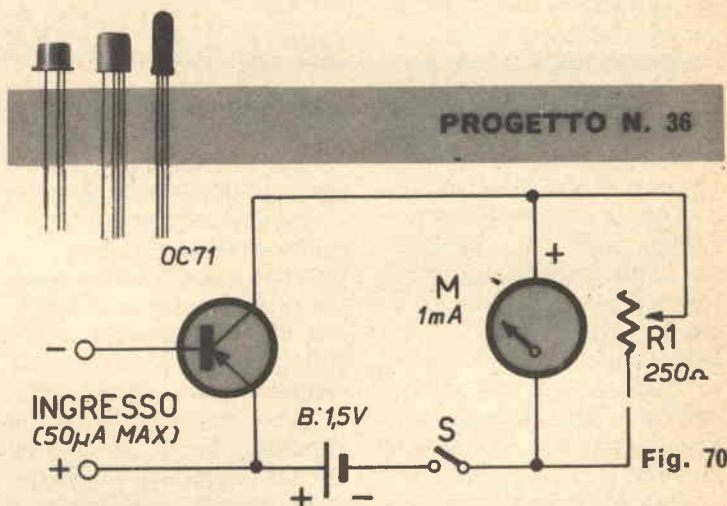


La figura 70 illustra il semplicissimo circuito di un «moltiplicatore di portata».

Si tratta di una tipica utilizzazione dell'amplificatore di corrente continua: trasformare un economico e robusto milliamperometro da 1 mA fondo scala in un sensibile microamperometro che va fino a fondo scala, quando all'ingresso è applicata una corrente di appena 50 μ A.

Lo schema è estremamente semplice; la funzione del potenziometro R1 è di «calibrare» il guadagno del complesso indipendentemente dall'amplificazione offerta dal singolo transistor impiegato, che può essere inferiore o superiore allo «standard».

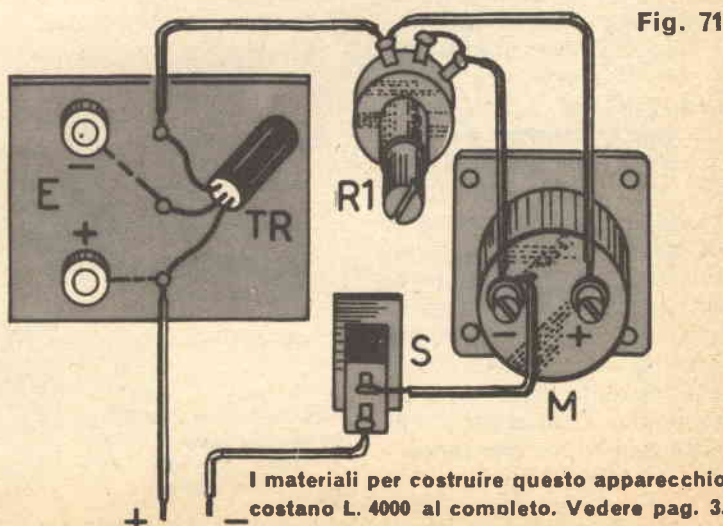
In pratica R1 va regolato affinché l'indice vada esattamente a fondo scala con una corrente di 50 μ A proveniente da una sorgente-campione che circola nella base del transistor. Se non si riesce a regolare il fondo scala significa che il transistor offre un guadagno minore del normale e va quindi scartato. Anche se l'indice segna più di 50 μ A senza corrente all'ingresso (metà della prima divisione della scala, se essa è divisa in dieci parti) il transistor è poco buono, in quanto denuncia una Ico eccessiva. Per eliminare la



Molto elementare ma utile per gli esperimenti.

indicazione della Ico, un sistema «brutale» ma efficace se non si pretendono misure assolutamente precise, consiste nel regolare la vite dell'azzeramento meccanico di milliamperometro per ottenere che l'indice stia all'inizio esatto della scala.

L'impedenza d'ingresso del transistor si aggira sui 1000 ohm: le altre osservazioni su questo circuito sono da ritenersi superflue, dato che il lettore può rifarsi a quanto già detto a commento dei due primi circuiti trattati in questo stesso capitolo.



I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 4000 al completo. Vedere pag. 3.



LO STADIO MOLTIPLICATORE MIGLIORATO

Un circuito veramente "professionale"

Dato che la corrente di perdita del transistor varia con la temperatura, il sistema « meccanico » susedposto onde non rilevarla nelle misure è valido solo in un apparecchio sperimentale, cablato per capire meglio il funzionamento di uno stadio amplificatore di corrente, ma da non utilizzare in laboratorio. Per uno stadio moltiplicatore « serio » è necessario procedere all'azzeramento con un circuito a ponte, come già esposto nel commento agli ultimi circuiti.

Un pratico ed utilizzabile esempio di indicatore « sensibilizzato » mediante uno stadio amplificatore c.c. è schematizzato nella figura 72. Si noti il disegno, che per una migliore comprensibilità da parte del lettore, simula la classica disposizione « grafica » dei circuiti a ponte generalmente adottata.

Il circuito nelle sue prestazioni, è identico a quello sperimentale: infatti, il milliamperometro va a fondo scala con una corrente di 50 μA all'ingresso del transistor. Però, al potenziometro di calibrazione presente anche nel precedente schema (in questo R3) è stato aggiunto anche l'azzeratore R4 che annulla l'indicazione dovuta alla corrente di perdita, eliminando la deflessione iniziale dell'indice che tende a falsare le misure.

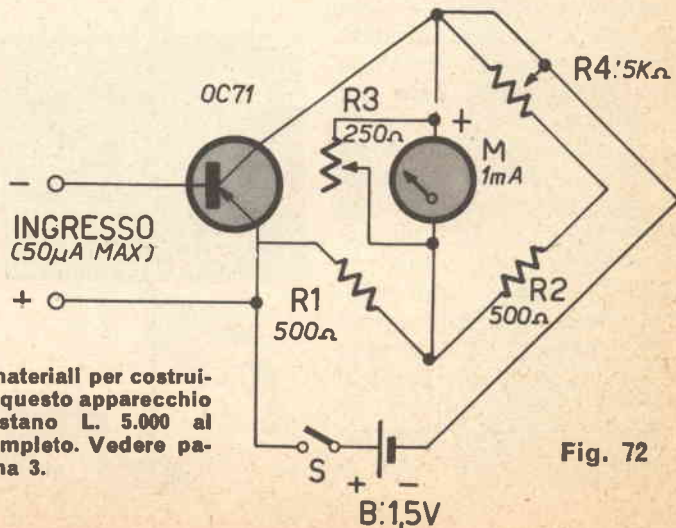
Il funzionamento del ponte è

semplicissimo: R1 ed R2 sono eguali, quindi, regolando R4 per un valore identico a quello interno del transistor, nel milliamperometro non potrà scorrere corrente alcuna, dato che il ponte è bilanciato. Da questa nota, è evidente che R1 ed R2 devono essere eguali fra loro: sono da usare resistenze allo 0,5 per cento di tolleranza oppure, nella impossibilità di procurarsi questo valore, R1 ed R2 devono essere selezionate a priori mediante un ohmetro preciso, fra un certo numero di normali componenti da 500 Ω al cinque per cento.

Per essere pronto all'uso, il complesso esige una messa a punto, la quale sarà fatta regolando anzitutto R4 per ottenere l'azzeramento all'inizio della scala (ovvero per « cancellare » la Ico) e poi regolando R3 in presenza di una sorgente campione di

corrente a 50 μA , per ottenere il preciso fondo scala. Siccome la Ico varia con il variare della temperatura ambientale, la regolazione dell'azzeramento all'inizio della scala dovrà essere ripetuta di volta in volta, prima delle misurazioni.

Una nota interessante è che il circuito dà un'indicazione lineare: una volta regolato accuratamente, lo strumento sale esattamente a metà scala se all'ingresso è presente una corrente di 25 μA , ecc. La presenza del ponte incide minimamente sul consumo: nel campione, effettuati gli aggiustamenti, scorreva una corrente di 1,59 milliampère; con un consumo del genere, la pila da 1,5 volt che alimenta il complesso ha una durata indefinita, comunque molto simile a quella « di magazzino », ovvero senza alcun carico.



I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 5.000 al completo. Vedere pagina 3.

Fig. 72

UN GALVANOMETRO

MICROSENSIBILE

I MESA, con la loro minima ICO e l'elevato fattore d'amplificazione, permettono ottimi risultati.

Quando occorra uno strumento indicatore ultrasensibile, può essere utilissimo il circuito della figura 73, che è strettamente simile al precedente, pur avendo uno strumento più sensibile ed un transistor dotato di un « beta » molto più alto.

In queste condizioni, la corrente infinitesima di $2 \mu A$ fa deflettere addirittura a fondo scala l'indicatore!

È, quindi, pienamente misurabile la corrente di un milionesimo di Ampère (e sono rilevabili frazioni di milionesimo!) allo sperimentatore, per cui lo strumento può schiudere immaginabili possibilità nella misura di correnti biochimiche, nello studio dei liquidi elettrolitici, dei principi dell'energia nervosa e simili.

In questo circuito è impiegato il transistor MESA 2N706, il quale è un prodotto selezionato dall'origine e di qualità, che è di norma dotato di una corrente di perdita per sé bassa, oltre che di una altissima amplificazione in

c.c.

Non è necessaria alcuna nota supplementare, poichè questo indicatore (eccettuata l'eccezionale sensibilità) è del tutto simile al prece-

dente, come circuito elettrico.

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 7900. Al completo. Senza indicatore L. 2800. Vedere pag. 3.

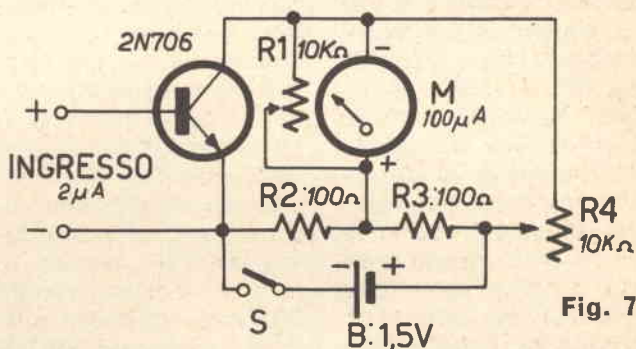


Fig. 73

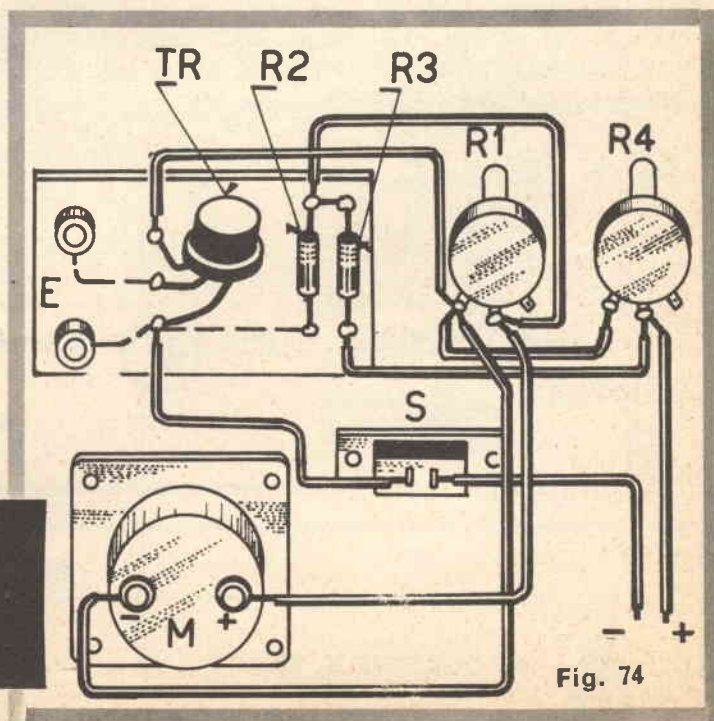
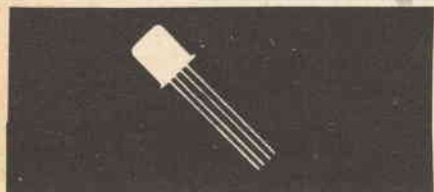


Fig. 74

PROGETTO N. 38



SEMPLICE VOLTOMETRO ELETTRONICO A TRANSISTORE

Un piccolo strumento, molto interessante per l'amatore.

Derivato direttamente dai precedenti schemi, è il voltmetro elettronico per tensioni continue che appare alla figura 75. Si tratta di un circuito pratico ed utilizzabile per misure di laboratorio, che può fare le veci del voltmetro elettronico a valvole per le tensioni continue, in grazia della sua alta sensibilità; in termini correnti, 100.000 ohm per volt.

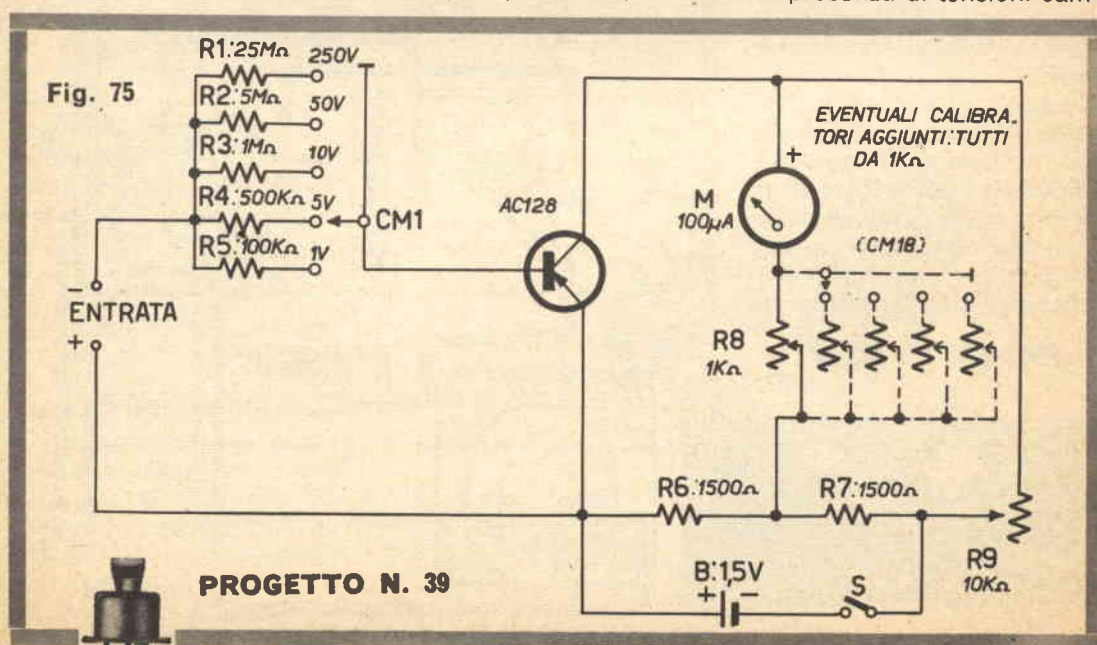
Esso non è che il solito amplificatore di corrente continua, munito di una serie di resistenze calcolate per produrre

la deflessione a fondo scala dell'indicatore, quando una data tensione produca lo scorrimento di una ben determinata corrente nel circuito di base del transistor. Le portate previste sono di 250V - 50V - 10V - 5V - 1V.

Volendo delle portate diverse, si può moltiplicare il valore della tensione da misurare in volt per centomila ottenendo il valore ohmico della resistenza d'ingresso da porre in serie verso la base del transistor. Per esempio: per 2 volt, 200.000

ohm; per 15 volt: 1,5 MΩ; 100 volt: 10 MΩ, ecc. Le resistenze R1, R2, R3, R4, R5, e le eventuali aggiunte devono essere a bassissima tolleranza: all'uno per cento al massimo. Eventuali tolleranze maggiori causeranno una proporzionale imprecisione della misura.

La messa a punto di questo misuratore è identica a quella dei precedenti: occorre innanzitutto regolare R9 per ottenere l'azzeramento della lco del transistor, quindi, in presenza di tensioni cam-



pione (ad esempio, un alimentatore munito di diodi Zener) si deve regolare R8 per ottenere il fondo scala nella portata corrispondente alla tensione applicata.

Un grave torto di questo strumento è che non sempre il potenziometro di calibra-

zione può regolare il fondo scala per tutte le portate, ovvero, operando la regolazione per una portata talvolta si sregolano le altre.

Due sono le possibili soluzioni; tarare le resistenze in serie per tentativi, ovvero regolare sperimentalmente il

valore di quelle che non concedono una unica calibrazione; oppure usare un commutatore (CM1) munito a due vie, una delle quali seleziona le resistenze mentre l'altra commuta tanti calibratori quante sono le portate (vedere la parte tratteggiata allo schema).

I materiali per costruire questo apparecchio costano L. 10600. Al completo. Vedere pagina 3.

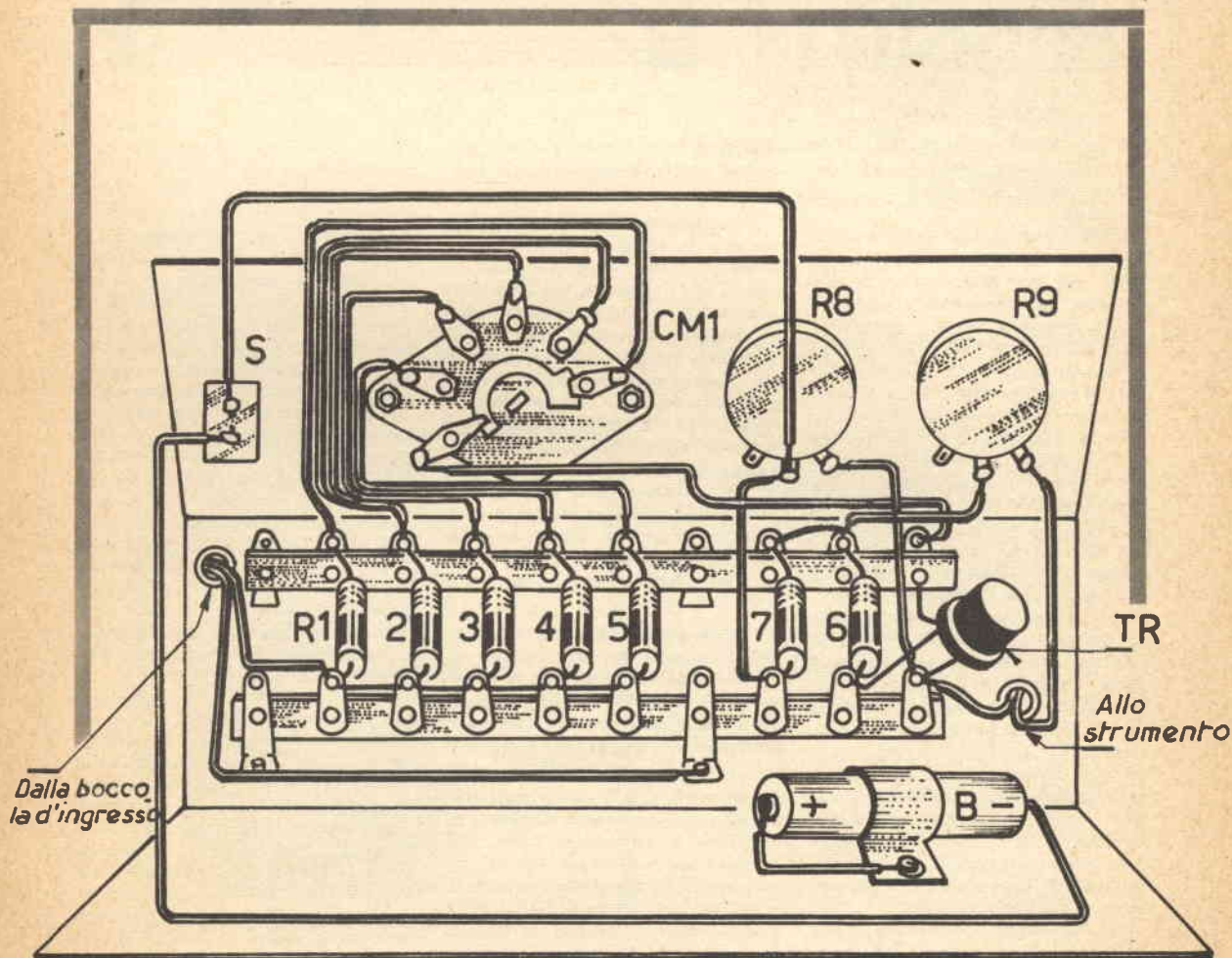
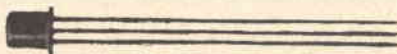


Fig. 76



Suggerimenti sull'impiego dei transistori



E' opportuno chiudere la descrizione di questi montaggi sperimentali con alcune note sull'impiego pratico dei transistori.

Infatti anche se oggi i semiconduttori e le loro particolari caratteristiche sono assai più note che solo pochi anni addietro, sperimentatori e tecnici continuano spesso a usarli a sproposito, salvo poi lamentarsi che i circuiti transistorizzati sono difficili da far funzionare, o che i transistori sono eccessivamente delicati e distrutibili.

Prima di accingersi alla costruzione di un qualsiasi apparecchio allo « stato solido » per dirla all'americana, è bene tenere presente che:

a) I semiconduttori possono essere distrutti da un calore (anche non eccessivamente intenso) che superi la temperatura prevista dal costruttore.

b) La polarità della tensione d'alimentazione ha ESTREMA importanza: l'inserzione dell'alimentazione a polarità errata distrugge i transistori in un tempo tanto breve che è impossibile correre ai ripari non appena ci se ne avvede.

c) I transistori non sopportano sovratensioni di picco anche istantanee: hanno infatti un « breakdown » ovvero tensione di perforazione ben definito. Raggiungendo questo livello, istantaneamente il transistor va fuori uso senza possibilità di recupero.

d) Pur essendo componenti di una certa robustezza meccanica, i transistori non devono essere trattati in modo rude: diversi modelli ancora assai diffusi nel mercato (OC70, OC71, OC44, OC45, OC604, OC602 ecc.) hanno l'involucro in vetro sottile che si spezza con facilità. Inoltre i fili terminali non sopportano maltrattamenti e si spezzano a livello del contenitore se vengono

piegati con una eccessiva angolazione, o tirati bruscamente.

e' quindi necessario:

a) Usare molta cura e precauzione durante la saldatura. Non usare un saldatore dalla punta ossidata, ma curare che il rame sia ben ravvivato e stagnato in modo da poter compiere l'operazione in breve tempo, senza riparare la saldatura, nè dover insistere per diversi secondi. Non si devono MAI fare saldature sui terminali dei transistor a una distanza minore di 5 millimetri dal fondello. Qualora si presenti una particolare necessità di montaggio, e sia necessario saldare il terminale a una distanza minore, è strettamente necessario l'uso di un buon dissipatore termico a pinza da applicare fra il fondello ed il punto ove si salda.

b) Controllare DUE VOLTE la polarità di una pila o di un alimentatore prima di connetterli al circuito in prova. In dubbio, provare SEMPRE la sorgente di alimentazione con un voltmetro controllando il segno della corrente.

c) Usare arnesi idonei al lavoro. Un saldatore che è isolato imperfettamente, può essere causa di insuccessi costruttivi a ripetizione: infatti, una tensione alternata dispersa di 20... 30 volt, che non è avvertibile con le mani, è tale da poter mettere fuori uso la maggioranza dei transistori di comune impiego, particolarmente, se è applicata fra la base e l'emettitore.

Un saldatore di potenza superiore a 60 watt è certamente sconsigliabile per il montaggio di apparecchi a transistori. Il tronchesino, e questo molti non lo sanno, è ugualmente pericoloso se lo si usa per tagliare i terminali, si induce in essi uno « shock » vibrante

che può anche deformare una giunzione delicata.

d) Evitare di applicare tensioni esterne accidentali, anche istantanee. Per esempio, vi sono generatori di segnali a valvole che erogano all'uscita una tensione-segnale di alcuni volt, ad attenuatore escluso: iniettandola in un transistor, lo si può rovinare in meno che non si dica, o rovinarne più d'uno in un amplificatore ad accoppiamento diretto o complementare. Anche la ricerca di un guasto o di una imperfezione costruttiva col « tester » usato come ohmetro può risultare pericolosa: la pila interna dello strumento, durante le misure è connessa al circuito in esame; essa è generalmente da 3 volt, ma talvolta anche da 6, o da nove. Ora, 6 o nove volt sono sufficienti per mettere fuori uso i transistori, se sono applicati in maniera inversa alla polarità gradita: per esempio, polo negativo sull'emettitore di un transistor PNP e positivo al collettore.

e) Usare sempre cura e delicatezza nel maneggiare i transistori. Non è vero come molti sostengono, che essi possono cadere impunemente a terra: spesso, dopo una caduta di 50/60 centimetri il transistor resta integro, ma talvolta può anche deformarsi internamente. Se poi è del tipo con incapsulatura in vetro, come i Philips o Telefunken, Valvo, Siemens meno recenti, esso si romperà alla minima caduta o urto anche modesto. Non si devono piegare più volte i terminali flessibili dei transistori e NON si devono piegare i terminali rigidi dei modelli di potenza. Nel caso di questi ultimi, la flessione in genere provoca la formazione di crepature nell'isolante (vetro o ceramica) che circonda il piedino all'ingresso dell'involucro esterno e vari danni interni irreparabili.

CHINAGLIA S. a. S.

ELETTROCoSTRUZIONI

BELLUNO:
Via Vittorio Veneto - Tel. 4102



richiedete cataloghi e listini

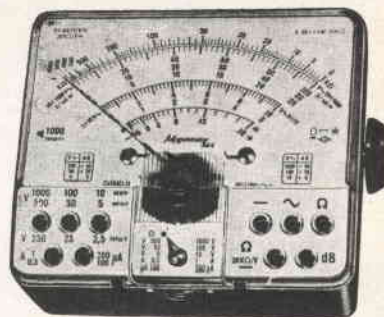
MIGNONTESTER 364/S

Analizzatore tascabile 3 sensibilità

20000 CC - 10000 - 5000 Ohm per Volt CC e CA

PORTATE 36

V. cc	20KΩV	100 mV	2,5 V	25 V	250 V	1000 V
ca	5-10 KΩV	5 V	10 V	50 V	100 V	500 V
mAcc	50 μA	100 μA	200 μA	500 mA	1 A	
dB	-10	+16	-4	+22	+10	+36
						+24
						+50
						+30
						+56
						+36
						+62
V.BF	5 V	10 V	50 V	100 V	500 V	1000 V
Ω	10.000 - 10.000.000 OHM					



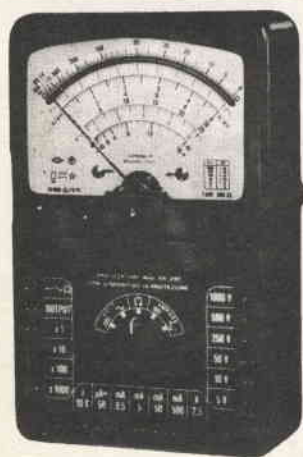
SENSIBILITA'
20.000 Ω/V

richiedete cataloghi e listini

ANALIZZATORE AN/250

Tascabile: sensibilità 2000 Ω per volt CC e CA
con dispositivo di protezione contro sovraccarichi per
errate inserzioni - scala a specchio. **PORTATE 41**

V cc	5 - 10 - 50 - 250 - 500 - 1000
V ca	5 - 10 - 50 - 250 - 500 - 1000
A cc	50 μA - 0,5 - 5 - 50 - 500 mA - 2,5 A
A ca	0,5 - 5 - 50 - 500 mA - 2,5 A
V BF	5 - 10 - 50 - 250 - 500 - 1000
dB	-10 +62 in 6 portate
Ω	10 - 100 K - 1 - 10 - 100 MΩ



SENSIBILITÀ
20.000
Ω/V

Vogliate inviarmi descrizioni e prezzi per:

- ☐ **MIGNONTESTER 364/S CHINAGLIA**
- ☐ **ANALIZZATORE AN/250 CHINAGLIA**
- ☐ Vogliate inviarmi cataloghi generali

Nome
Via
Città

Spett. S.a.s.

CHINAGLIA DINO
Elettrocostruzioni

BELLUNO
Via V. Veneto/P

ritagliate ...!
incollate ...!
affrancate ...!
spedite!

SE LA TECNICA

L'APPASSIONA.....

DIVENGA UN

VERO TECNICO!

RICEVERETE
IL CATALOGO
GRATUITO
INVIANDO ALLA
SCUOLA SEPI
VIA GENTILONI
73/3 ROMA
QUESTO
TAGLIANDO

Non occorrono più anni di studio per ottenere un diploma, nè è più necessario un lungo e servile tirocinio per impadronirsi di una buona professione. Basta mezz'ora di studio per corrispondenza al giorno e una piccola spesa mensile per specializzarsi e per diventare un bravo professionista, lavorando poi in ambienti ricchi e dinamici con ogni prospettiva di migliorare. Faccia la sua scelta oggi! Compili il modulo sottoriportato lo ritagli e lo spedisca alla SEPI (SCUOLA PER CORRISPONDENZA AUTORIZZATA DAL MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE) VIA GENTILONI 73 ROMA - In breve tempo, studiando mezz'ora al giorno per corrispondenza e con piccola spesa rateale otterrà il suo diploma che le schiuderà prospettive nuove, eccitanti, differenti!

Gratis la 1^a
lezione a chi
si iscrive con
questo mo-
dulo.

RIEMPIENDO E INVIANDO IL MODULO SOTTOSTANTE, RICEVERETE SUBITO A CASA VOSTRA TUTTO IL CORSO SCELTO, CHE PAGHERETE POI IN PICCOLE RATE MENSILI

NOME COGNOME
VIA CITTÀ'
(PROVINCIA) NATO A
IL DOCUMENTO D'IDENTITÀ' (Tessera Postale - Carta di
Identità - Patente ecc.)
N. rilasciata da il

Sceglia il suo avvenire con uno di questi corsi: Elettrauto (in 30 rate); Elettricista (in 30 rate); Disegnatore tecnico (in 30 rate); Meccanico Motorista (in 30 rate); Tecnico Edile o Capomastro (in 30 rate); Radiotecnico (in 30 rate); Tecnico TV (in 42 rate); Tecnico Elettronico (in 30 rate); Radiotelegrafista (in 30 rate); Radioamatore (in 30 rate);

MODULO DI ISCRIZIONE

Spett. SEPI s.r.l. Via Gentiloni 73/3 Roma - Desidero ricevere il Vostro corso per corrispondenza intitolato Corso di

Mi impegno a versare una rata di L. 4870 al 30 di ogni mese (la prima rata è gratuita) fino al completo pagamento del corso ed a segnalare ogni variazione del mio indirizzo. La presente ordinazione è impegnativa ed irrevocabile. La morosità di una rata comporta la decadenza del beneficio del termine e l'immediata scadenza del saldo del credito. Le spedizioni avverranno a Vostra scelta contrassegno oppure senza assegno.

Se l'allievo è minorenne occorre altresì la firma del padre o di chi ne fa le veci:

Grado di parentela: data

FIRMA DELL'ALLIEVO

Altracatura a carico del destinatario da addebitarsi sul conto di credito n. 180 presso l'Ufficio Post. Roma A.D. Autoriz. Direzione Prov. PP.IT. Roma 80811/10-4-58

Spett.
**SCUOLA
EDITRICE
POLITECNICA
ITALIANA**

Via Gentiloni 73/3

ROMA